(19)日本国特許庁（ＪＰ）　再公表特許（Ａ１）　(11)国際公開番号
ＷＯ９６／４２１４６
発行日　平成９年(1997)９月30日　(43)国際公開日　平成８年(1996)12月27日

(51)Int.Cl.⁶　識別記号　庁内整理番号　ＦＩ
Ｈ０４Ｊ　13/04

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求(全 88 頁)

出願番号　特願平9－502908
(21)国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９６／０１５８２
(22)国際出願日　平成８年(1996)６月12日
(31)優先権主張番号　特願平7－148191
(32)優先日　平７(1995)６月13日
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）
(31)優先権主張番号　特願平7－146473
(32)優先日　平７(1995)６月13日
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）
(31)優先権主張番号　特願平7－320787
(32)優先日　平７(1995)12月８日
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社
東京都港区虎ノ門２丁目10番１号
(72)発明者　佐和橋　衛
神奈川県横浜市金沢区富岡西１－59－17
(72)発明者　安藤　英治
神奈川県横浜市南区中里１－22－９　ウインベル・ソロ弘明寺306
(72)発明者　三木　義則
神奈川県横須賀市林２－１－３
(72)発明者　樋口　健一
神奈川県横須賀市武３－11－11
(74)代理人　弁理士　谷　義一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ＣＤＭＡ復調装置

(57)【要約】
通信者が多い場合の干渉キャンセル効果を向上させたＣＤＭＡ復調装置。パターン既知のパイロット信号を情報信号間に一定周期で挿入したフレーム構成をもつ受信信号を、複数の通信者から受信する。各通信者の送信データを復調し、干渉信号を推定する干渉キャンセラを複数ステージ設け、各ステージの各チャネルにおいて、各パス毎に伝送路の変動を推定し、データの復調および干渉信号レプリカの推定を行う。後段のステージほど、干渉信号レプリカの誤差を減少させることができ、干渉キャンセル効果が向上する。各チャネルの各パスの受信電力の総和によって、各チャネルの受信レベルを検出し、受信レベルの大きい順にチャネルランキングを決めてから、干渉キャンセルを実行すると、さらによい効果が得られる。

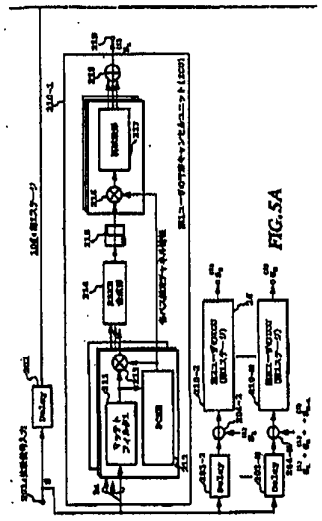


FIG.5A

【特許請求の範囲】

１．　情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うＣＤＭＡ（Code Division Multiple Access）通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信号を復調して、前記情報データを再生するＣＤＭＡ復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング部と、

該チャネルランキング部から出力された制御信号に基づいて干渉キャンセルを行う複数ステージの干渉キャンセラであって、前記複数ステージの各ステージにおいて、前記パイロットシンボルを用いたチャネル変動の推定を各チャネル毎に行い、推定されたチャネル変動によって該チャネルの受信信号を補償し、補償された受信信号を再拡散して干渉信号レプリカを生成する干渉キャンセラと

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２．　請求の範囲第１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記複数ステージの第ｉ（ｉは２以上の整数）ステージの干渉キャンセラは、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカ

を入力とし、該第ｉステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第（ｉ＋１）ステージの干渉キャンセラに供給することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

３．　請求の範囲第２項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラを

BEST AVAILABLE COPY

ユーザ毎に具備し、前記第ｉステージの干渉キャンセラの第ｋ（ｋ＝１，２，…，Ｍのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第１，２，…および（ｋ－１）番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第ｉステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第（ｋ＋１），…，（Ｍ－１）およびＭ番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

４．　請求の範囲第１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィルタからなることを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

５．　請求の範囲第１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディング・コリレータからなることを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

６．　請求の範囲第３項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたことを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

７．　請求の範囲第３項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、１つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

８．　請求の範囲第６項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記干渉キャンセラは、少なくとも隣接する２つのパイロット信号区間を含む一定時間単位のブロックを処理単位とし、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、前記パイロット信号区間の外側の情報シンボルについては、該情報シンボルに最も近い位置の前記パイロットシンボルを外挿して、前記情報シンボルのチャネル変動を求める外挿部を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

９．　請求の範囲第３項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、第ｉ（ｉは２以上の整数）ステージの干渉キャンセラの第ｋ番目のユーザのサブ干渉キャンセラの第ｊ（ｊは１から、前記ＲＡＫＥ合成のパス数Ｌｋ までの整数）番目のパスの相関検出器の入力側に、第（ｉ－１）ステージにおける第ｋ番目の通信者の第ｊ番目のパス以外の干渉信号レプリカを、前記干渉減算器の出力信号から差し引く減算器を設けたことを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１０．　請求の範囲第３項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、

前記相関検出器から出力された逆拡散後の各パスの受信信号の電力を求める受信信号電力検出器と、

前記各パスの受信信号電力を加算する加算器と、

前記加算器の出力から同相成分および直交成分の振幅を検出する振幅変換器と、

前記振幅変換器の出力信号を平均化する平均化部と、

前記平均化部の出力を前記判定データに乗算する乗算器と

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１１．　請求の範囲第１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、第１ステージの前記干渉キャンセラは、

前記受信信号レベルの大きい方からＫ（Ｋは２以上で拡散率ＰＧ以下の整数）のユーザの各パスの信号を入力ベクトルとして、互いに干渉除去された逆拡散出力ベクトルを得る逆相関フィルタと、

前記逆相関フィルタから出力されたＫのユーザの送信データを推定し、各ユーザの干渉信号レプリカを生成する絶対同期検波・干渉生成部とを具備し、

前記干渉キャンセラは、前記Ｋのユーザの干渉信号レプリカとしては、前記絶対同期検波・干渉生成部から出力された干渉信号レプリカを用い、残りの（Ｍ－Ｋ）のユーザの各干渉信号レプリカを生成することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１２．　請求の範囲第１１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記複数ステージの第ｉ（ｉは２以上の整数）ステージの干渉キャンセラは、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第ｉステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第（ｉ＋１）ステージの干渉キャンセラに供給することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１３．　請求の範囲第１２項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記第１ステージの干渉キャンセラは、第（Ｋ＋１）番目以降のユーザ毎に、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラを具備し、第ｋ（ｋ＝（Ｋ＋１），（Ｋ＋２），…，Ｍのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第１，２，…Ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記逆相関フィルタから出力された干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、かつ第（Ｋ＋１），…，（ｋ－１）番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第１ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器とを具備し、

第２ステージ以降の各前記干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第ｉステージの干渉キャンセラの第ｋ（ｋ＝１，２，…，Ｍのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第１，２，…および（ｋ－１）番目のユーザの干渉信号レプリカとし

て、前記第ｉステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第（ｋ＋１），…，（Ｍ－１），Ｍ番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１４．　請求の範囲第１１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィルタからなることを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１５．　請求の範囲第１１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディング・コリレータからなることを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１６．　請求の範囲第１３項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたことを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１７．　請求の範囲第１３項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、１つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１８．　請求の範囲第１１項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記絶対同期検波・干渉生成部は、

前記逆相関フィルタの出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各ユーザの各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を

、前記逆相関フィルタの出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

１９．　請求の範囲第１項に記載のＣＤＭＡ復調装置は、さらに、

前記相関検出器の出力のＳＩＲを測定するＳＩＲ測定部と、

前記干渉キャンセラの出力信号の受信品質を測定する受信品質測定部と、

測定された前記受信品質、および所要受信品質に基づいて、目標ＳＩＲを設定する目標ＳＩＲ設定部と、

前記ＳＩＲ測定部から出力されたＳＩＲを、前記目標ＳＩＲと比較して、送信電力制御信号を生成する送信電力制御信号生成部と

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２０．　請求の範囲第１９項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記目標ＳＩＲ設定部は、同時通信者数に応じて、前記目標ＳＩＲの初期値を設定することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２１．　請求の範囲第１９項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記受信品質測定部は、フレーム誤り率を測定する誤り率測定部と、該フレーム誤り率を予め定めたフレーム誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質

を判定する手段とを具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２２．　請求の範囲第１９項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記受信品質測定部は、前記パイロットシンボルのビット誤り率を測定する誤り率測定部と、該ビット誤り率を予め定めたビット誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質を判定する手段とを具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２３．　請求の範囲第１９項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、マッチトフィルタであることを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２４．　請求の範囲第２３項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記干渉キャンセラは、前記マッチトフィルタからの出力信号から、各チャネル毎に、各パスの逆拡散信号からなる受信ベクトルを生成する受信ベクトル生成部と、自チャネルの拡散符号、および受信機入力の他の全ての拡散符号の相互相関を計算し、相互相関から構成される行列の逆行列を生成する相互相関逆行列生成部と、前記逆行列によって、前記受信ベクトルを補償して、各受信ベクトル間の相互相関を除去し干渉を除去する行列ベクトル乗算部とを具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２５．　情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うＣＤＭＡ（Code Division Multiple Access）通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信

号を復調して、前記情報データを再生するＣＤＭＡ復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング部と、

前記チャネルランキング部から出力された制御信号によって決められた順番にしたがって、各ユーザに対して、前記受信信号を逆拡散し、逆拡散された信号を再拡散し、再拡散によって得られた他ユーザの干渉信号レプリカを当該ユーザの受信信号から差し引く複数ステージの干渉キャンセラと、

前記複数ステージの内の最終ステージの干渉キャンセラにおいて、他ユーザの干渉量を差し引いた後の信号中の前記パイロットシンボルを用いてチャネル変動を推定し、推定されたチャネル変動を用いて前記情報データを補償し、補償された情報データの絶対同期検波を行うパイロット内挿補間・絶対同期検波部と

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２６．　請求の範囲第２５項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記複数ステージの第ｉ（ｉは２以上の整数）ステージの干渉キャンセラは、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第ｉステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第（ｉ＋１）ステージの干渉キャンセラに供給する

ことを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２７．　請求の範囲第２６項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第ｉステージの干渉キャンセラの第ｋ（ｋ＝１，２，…，Ｍのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第１，２，…および（ｋ－１）番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第ｉステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第（ｋ＋１），…，（Ｍ－１）およびＭ番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

前記干渉減算器の出力信号と、前記各パスの受信タイミングに同期した拡散符号レプリカとの間の相関検出を行い、前記各パス毎の逆拡散信号を求めるマッチトフィルタと、

前記各パス毎の逆拡散信号を、前記各パスの受信タイミングに同期した拡散

符号で拡散し、前記各ユーザのパスの干渉信号レプリカを推定し、推定された前記干渉信号レプリカを加算して各ユーザの干渉信号レプリカを生成する再拡散・合成部と

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２８．　請求の範囲第２５項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたことを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

２９．　請求の範囲第２５項に記載のＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、１つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置。

【発明の詳細な説明】

発明の名称

ＣＤＭＡ復調装置

技術分野

本発明は、スペクトル拡散を用いた符号分割多元接続（ＣＤＭＡ：Code Division Multiple Access）システムの信号受信に使用されるＣＤＭＡ復調装置に係り、特に、セルラ構成を用いた移動通信システムに好適なＣＤＭＡ復調装置に関する。

背景技術

ＤＳ（Direct Sequence）－ＣＤＭＡは、複数のユーザが同一の周波数帯を用いて通信を行う方式であり、各ユーザの識別は拡散符号で行う。各ユーザの拡散符号としては、Ｇｏｌｄ符号のような拡散符号が用いられる。他ユーザによる干渉信号電力は、受信機の逆拡散の過程で平均拡散率（ＰＧ）分の１になる。しかしながら、各ユーザは、特に、移動通信の上りの非同期環境下において、独立のフェージングによる瞬時変動、短区間変動、および距離変動を受ける。

したがって、システムで決まる所要の受信品質を、各ユーザが受信側で満足するためには、送信電力制御を行い、基地局の受信機入力におけるＳＩＲ（Signal-to-Interference Ratio）を一定にする必要がある。ここで、Ｓ

ＩＲとは，各ユーザが他のユーザから受ける干渉信号電力に対する希望波受信信号電力の比である。しかしながら、たとえ送信電力制御が完全で、基地局受信機入力におけるＳＩＲが一定に保持されたとしても、移動通信のマルチパス環境下においては、拡散符号が完全に直交することはない。このため、他のユーザ一人あたり、平均で拡散率分の１の電力の相互相関に起因する干渉を受ける。

このように、同一の周波数帯で通信するユーザ数が増加するにしたがって、干渉信号電力レベルが増加するため、１セル当たりのユーザ容量を増加させるためには、他ユーザからの相互相関を低減する干渉キャンセル技術が必要である。

干渉キャンセル技術としては、マルチユーザ型干渉キャンセラとシングルユーザ型干渉キャンセラとが知られている。マルチユーザ型干渉キャンセラは、自

チャネルの希望波信号を復調するだけでなく、他ユーザの拡散符号情報および受信信号タイミングも用いて、他ユーザの信号も同時に復調する。一方、シングルユーザ型干渉キャンセラは、自チャネルの拡散符号のみを用いて、他ユーザからの平均的な相互相関および雑音成分を最小にする。

マルチユーザ型干渉キャンセラとしては線形処理型（デコリレータ等）と非線形処理型がある。デコリレータは、自チャネルの拡散符号および受信機入力の他の全ての拡散符号の相互相関を計算し、相互相関から構成される行列の逆行列を求め、この逆行列を用いてマッチトフィルタの出力信号を補償することにより相互相関を除去する。ユーザの数をK、各ユーザの受信パス数をLk、相互相関の伝搬を考慮すべき過去、未来のシンボル数をMとすると、デコリレータの行列の次元Dmは、次式で与えられる。

$$Dm = (2M+1) \times \sum_{k=1}^{K} Lk$$

このため、ユーザ数が多くなるに従い、回路規模が増大して、実現が困難になる。

非線形型マルチユーザ型干渉キャンセラとして、レプリカ再生型の干渉キャンセラがある。これは、他のユーザのチャネルからの干渉信号を復調、判定して、送信情報データレプリカを再生し、このレプリカから各チャネルの干渉信号レプリカを計算し、その干渉信号レプリカを受信信号から差し引いて、希望波信号に対するＳＩＲを高めて希望波信号を復調するものである。

図１は、文献"Serial interference cancellation method for CDMA", IEE, Electronics Letters Vol. 30, No. 19, pp. 1581-1582, Sept. 1994 に提案されているレプリカ再生型のマルチステージ干渉キャンセラ（シリアル干渉キャンセラ）を示す。

図１において、１１は拡散信号入力端子、１２，１６は遅延器、１３，１７はマッチトフィルタ、１４，１８は再拡散部、１５は干渉減算器である。シリアルキャンセラは、干渉キャンセル部を複数ステージ、縦続接続した構成を有し、

各ステージの干渉キャンセル部は、復調すべきM人のユーザに対して、順番に、復調、干渉信号レプリカの生成を行う。

受信機は、まず、受信信号を、受信信号レベルの大きい順番に並べ換える。説明上、並べ換えた後の信号に１からM番目までのシリアル番号をふり、番号１の受信信号のレベルが最も大きいとする。第１ステージの干渉キャンセル部は、この１番目の受信信号について、マッチトフィルタ１３で、逆拡散、復調およびデータ判定を行い、その結果得られた再生データを$D_1^{(1)}$とする。再拡散部１４は、再生データ$D_1^{(1)}$からこのチャネルの干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を計算する。干渉減算器１５は、遅延器１６を通した受信信号Ｓからこの干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を差し引く。マッチトフィルタ１７は、引き算で得られた信号に対して、ユーザ２の拡散符号レプリカを用いて、逆拡散、復調およびデータ判定を行い、ユーザ２の再生データ$D_2^{(1)}$を求める。ユーザ２のマッチトフィルタ入力信号は受信信号Ｓから直接逆拡散する場合に比較して、ユーザ１の干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を差し引いた分だけ、ＳＩＲが向上している。

ユーザ２に対しても、同様に、再生データから干渉信号レプリカ$S_2^{(1)}$を求める。ユーザ３のマッチトフィルタ入力信号は遅延器を通した受信信号Ｓからユーザ１および２の干渉信号レプリカを差し引く。これによって、以降のユーザに対して、さらに受信ＳＩＲを高めることができる。以下、M番目のユーザの受信信号の逆拡散時には、合計（Ｍ－１）人のユーザの干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}+S_2^{(1)}+\cdots+S_{M-1}^{(1)}$を、受信信号Ｓから差し引いた信号を生成するため、受信信号Ｓよりも大幅にＳＩＲが増大する。この結果、M番目のチャネルの復調信号の信頼性が向上する。

この第１ステージの干渉キャンセル部で推定した、各ユーザの干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$, $S_2^{(1)}$, …, $S_{M-1}^{(1)}$を用いて、第２ステージの干渉キャンセル部で同様の逆拡散、復調、データ判定および再拡散の処理を行う。例えば、ユーザ１については、受信信号Ｓから第１ステージの干渉キャンセル部で求めたユーザ１以外の干渉信号レプリカ$S_2^{(1)}+S_3^{(1)}+\cdots+S_M^{(1)}$を差し引いて、ＳＩＲが

良好な信号を生成し、この信号に対して、逆拡散、復調およびデータ判定を行う。他の各チャネルについても、同様に処理する。すなわち、自チャネル以外のチャネルの第１ステージにおける干渉信号レプリカを、受信信号Ｓから差し引いて得た信号に対して、逆拡散、復調およびデータ判定を行い、この再生データから、第２ステージの干渉キャ

ンセル部における、各チャネルの干渉信号レプリカ$S_1^{(2)}$, $S_2^{(2)}$, …, $S_M^{(2)}$を求める。

第２ステージの干渉キャンセル部における干渉信号レプリカの精度は、前ステージにおける干渉信号レプリカに比較して向上している。これは、前ステージでの干渉信号レプリカを差し引いた信号を基に、データ再生を行っているためである。シリアル干渉キャンセルを、数ステージ繰り返すことによって、再生データの信頼性をさらに向上させることができる。

移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対位置の変化に伴うレイリーフェージングよって、振幅変動および位相変動が生じる。図１のマルチステージ型干渉キャンセラ（シリアル型干渉キャンセラ）では、干渉信号レプリカを生成する過程でこの位相・振幅変動を推定する必要がある。このチャネル（位相；振幅）推定精度がマルチステージ型干渉キャンセラの受信特性に大きく影響するが、先の文献ではこの点の実現性については言及されていない。先の文献のシリアル干渉キャンセラに、移動通信環境下における伝送路変動の推定を付加した方法として、文献、深澤ら、「パイロット信号を用いた伝送路推定に基づく干渉キャンセラの構成とその特性」、電子情報通信学会論文誌Ｖｏｌ．Ｊ７７－Ｂ－ＩＩ　Ｎｏ．１１，ｐｐ．６２８－６４０　１９９４年１１月がある。

図２Ａおよび２Ｂは、この文献に示されたシリアルキャンセラのブロック図である。また、図３は、この方法におけるチャネル構成を示す。

図２Ａおよび２Ｂにおいて、２１は拡散信号入力端子、２２はユーザ１の第１ステージの再生データ出力端子、２３は遅延器、２４はパイロットチャネル伝送路変動推定部、２５は干渉減算器、２６はユーザ２の第１ステージの干渉キャンセルユニット、２７はユーザ１の第２ステージの干渉キャンセルユニット、２

８はマッチトフィルタ、２９は伝送路変動補償部、

３０はＲＡＫＥ合成部、３１はデータ判定部、３２は信号分配部、３３は伝送路変動付加部、３４は再拡散部である。

このシステムは、図３に示すように、通信チャネルと並列に、送信パターン既知のパイロットチャネルを備えており、このパイロットチャネルの受信位相を基に伝送路推定を行う。また、このパイロットチャネルの伝送路推定に基づいて、各ユーザの各パスの受信信号の振幅、位相推定を行う。さらに、この振幅、位相推定値を用いて、シリアル干渉キャンセル部で数ステージの干渉キャンセルを行って、各ユーザのデータを再生する。この場合、先の文献と同様に、各パスの受信信号電力の総和が大きい順番にランク付けする。図２Ａおよび２Ｂの場合、ユーザ１の受信信号電力が最も大きいものとする。

第１ステージの干渉キャンセル部においては、まずユーザ１について復調を行う。すなわち、ユーザ１の各パス毎にマッチトフィルタ２８で逆拡散を行い、伝送路変動補償部２９において、パイロットチャネルに基づいて推定した各パスの位相変動によって、ユーザ１の各パスの位相変動を補償する。さらに、ＲＡＫＥ合成部３０において、位相変動補償後の各パスの信号を、各パスの受信複素包絡線で同相合成する。この同相合成された信号を、データ判定部３１において判定し、ユーザ１の再生データを求める。分配部３２は、この再生データレプリカをＲＡＫＥ合成時の重みで分配し、伝送路変動付加部３３は、各パスの位相変動を与え、再拡散部３４は、各パスの拡散符号で再拡散して、ユーザ１の干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を生成する。

ユーザ２については、次のような処理を行う。まず、遅延器３５は、受信信号Ｓを遅延する。干渉減算器２５は、この遅延した信号から、ユーザ１の干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を差し引く。ユーザ２の第１ステージの干渉

キャンセル部２６は、干渉減算器２５の出力信号に対して、各パス毎に、逆拡散、位相補償、ＲＡＫＥ合成、データ判定および干渉信号レプリカの生成を行う。この場合、ユーザ２の干渉キャンセル部の入力信号はユーザ１の干渉信号レプリ

カが差し引かれている分だけ、受信ＳＩＲが改善されている。同様に、ユーザＭまで第１ステージの干渉キャンセル部で、各ユーザ毎に再生データを推定し、干渉信号レプリカを求める。

第２ステージの干渉キャンセル部は、第１ステージの干渉キャンセル部で求めた干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$, $S_2^{(1)}$, …, $S_M^{(1)}$を用いて、同様の処理を行う。例えば、ユーザ１の第２ステージの干渉キャンセルユニット２７（第１ステージの構成要素２８～３４で構成される）は、遅延器２３で遅延後の受信信号Ｓから、自チャネル以外のチャネル干渉信号レプリカを差し引いた信号を、逆拡散することによってデータ復調を行う。

この従来方法が、前述の文献の方法と異なる点は、次の点である。前述の方法では、例えばユーザ２について、前ステージでの干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}+S_3^{(1)}+\cdots+S_M^{(1)}$を、全パスの干渉信号レプリカとして用いている。これに対して、本文献の方法では、第２ステージにおけるユーザ１の干渉信号レプリカとしては、$S_1^{(2)}$を用いている。前ステージでの推定値$S_1^{(1)}$に比較して、本ステージのでの推定値$S_1^{(2)}$の方が信頼性が高い。このため、干渉信号レプリカを差し引いて得られる希望波信号の精度も、また、これを復調して得られた判定データの信頼度も向上することになる。

しかしながら、本方法は、各ユーザ毎に通信チャネルと並列にパイロットチャネルを設け、パイロットチャネルで推定したチャネルを干渉キャンセル部の各ステージで用いている。この場合パイロットチャネルでのチャネル推定は干渉キャンセルループとは独立に行うために、高精度にチャネル（位相、振幅）変動を推定するためには、非常に長い時間にわたり（多

くのパイロットシンボルを用いて）平均化する必要があった。このように非常に多くのパイロットシンボルを用いて平均化するには、この間のチャネル推定値はほぼ一定であることが前提であり、従って、チャネル変動の速い（フェージング周波数の大きい）環境への適用には限界がある。フェージングが速い場合には一定とみなせる範囲でのみ平均化が可能であり、従って平均化シンボル数が少なければ十分なチャネル推定精度を得ることはできない。

発明の開示

本発明は、同時ユーザの数が多く、ＳＩＲが低い環境下において、再生データの信頼性を向上させることのできるＣＤＭＡ復調装置を提供することを目的とする。

第１に、本発明によれば、情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うＣＤＭＡ（Code Division Multiple Access）通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信号を復調して、前記情報データを再生するＣＤＭＡ復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング部と、

該チャネルランキング部から出力された制御信号に基づいて干渉キャンセルを行う複数ステージの干渉キャンセラであって、前記複数ステージの各ステージにおいて、前記パイロットシンボルを用いたチャネル変動の推定を各チャネル毎に行い、推定されたチャネル変動によって該チャネルの受信信号を補償し、補償された受信信号を再拡散して干渉信号レプリカを生成する干渉キャンセラと

を具備することを特徴とするＣＤＭＡ復調装置が提供される。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記複数ステージの第ｉ（ｉは２以上の整数）ステージの干渉キャンセラは、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第ｉステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第（ｉ＋１）ステージの干渉キャンセラに供給するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第ｉステージの干渉キャンセラの第ｋ（ｋ＝１，２，…，Ｍのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第１，２，…および（ｋ－１）番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第ｉステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第（ｋ＋１），…，（Ｍ－１）およびＭ番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記

干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィルタからなるようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディング

・コリレータからなるようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、１つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記干渉キャンセラは、少なくとも隣

接する２つのパイロット信号区間を含む一定時間単位のブロックを処理単位とし、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、前記パイロット信号区間の外側の情報シンボルについては、該情報シンボルに最も近い位置の前記パイロットシンボルを外挿して、前記情報シンボルのチャネル変動を求める外挿部を具備するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、第ｉ（ｉは２以上の整数）ステージの干渉キャンセラの第ｋ番目のユーザのサブ干渉キャンセラの第ｊ（ｊは１から、前記ＲＡＫＥ合成のパス数Ｌｋまでの整数）番目のパスの相関検出器の入力側に、第（ｉ－１）ステージにおける第ｋ番目の通信者の第ｊ番目のパス以外の干渉信号レプリカを、前記干渉減算器の出力信号から差し引く減算器を設けたようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、

前記相関検出器から出力された逆拡散後の各パスの受信信号の電力を求める受信信号電力検出器と、

前記各パスの受信信号電力を加算する加算器と、

前記加算器の出力から同相成分および直交成分の振幅を検出する振幅変換器と、

前記振幅変換器の出力信号を平均化する平均化部と、

前記平均化部の出力を前記判定データに乗算する乗算器と

を具備するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、第１ステージの前記干渉キャンセラは、

前記受信信号レベルの大きい方からＫ（Ｋは２以上で拡散率ＰＧ以下の整数）のユーザの各パスの信号を入力ベクトルとして、互いに干渉除去された逆拡散出力ベクトルを得る逆相関フィルタと、

前記逆相関フィルタから出力されたＫのユーザの送信データを推定し、

各ユーザの推定干渉量を生成する絶対同期検波・干渉生成部とを具備し、

前記干渉キャンセラは、前記Ｋのユーザの干渉信号レプリカとしては、前記絶対同期検波・干渉生成部から出力された干渉信号レプリカを用い、残りの（Ｍ－Ｋ）のユーザの各干渉信号レプリカを生成するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記複数ステージの第ｉ（ｉは２以上の整数）ステージの干渉キャンセラは、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第ｉステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの推定干渉量を、第（ｉ＋１）ステージの干渉キャンセラに供給するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記第１ステージの干渉キャンセラは、第（Ｋ＋１）番目以降のユーザ毎に、前記推定干渉量を生成するサブ干渉キャンセラを具備し、第ｋ（ｋ＝（Ｋ＋１），（Ｋ＋２），…，Ｍのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第１，２，…Ｋ番目のユーザの推定干渉量として、前記逆相関フィルタから出力された干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、かつ第（Ｋ＋１），…，（ｋ－１）番目のユーザの推定干渉量として、前記第１ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器とを具備し、

第２ステージ以降の各前記干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第ｉステージの干渉キャンセラの第ｋ（ｋ＝１，２，…，Ｍのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第１，２，…および（ｋ－１）番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第ｉステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第（ｋ＋１），…，（Ｍ－１），Ｍ番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第（ｉ－１）ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成する

ＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出

力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィルタからなるようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディング・コリレータからなるようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、１つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記絶対同期検波・干渉生成部は、

前記逆相関フィルタの出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各ユーザの各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記逆相関フィルタの出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するＲＡＫＥ合成部と、

前記ＲＡＫＥ合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第ｋ番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置は、さらに、

前記相関検出器の出力のＳＩＲを測定するＳＩＲ測定部と、

前記干渉キャンセラの出力信号の受信品質を測定する受信品質測定部と、

測定された前記受信品質、および所要受信品質に基づいて、目標ＳＩＲを設定する目標ＳＩＲ設定部と、

前記ＳＩＲ測定部から出力されたＳＩＲを、前記目標ＳＩＲと比較して、送信電力制御信号を生成する送信電力制御信号生成部と

を具備するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記目標ＳＩＲ設定部は、同時通信者数に応じて、前記目標ＳＩＲの初期値を設定するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記受信品質測定部は、フレーム誤り率を測定する誤り率測定部と、該フレーム誤り率を予め定めたフレーム誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質を判定する手段とを具備するよ

うにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記受信品質測定部は、前記パイロットシンボルのビット誤り率を測定する誤り率測定部と、該ビット誤り率を予め定めたビット誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質を判定する手段とを具備するようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記相関検出器は、マッチトフィルタであるようにしてもよい。

上記ＣＤＭＡ復調装置において、前記干渉キャンセラは、前記マッチトフィルタからの出力信号から、各チャネル毎に、各パスの逆拡散信号からなる受信ベクトルを生成する受信ベクトル生成部と、自チャネルの拡散符号、および受信機

入力の他の全ての拡散符号の相互相関を計算し、相互相関から構成される行列の逆行列を生成する相互相関逆行列生成部と、前記逆行列によって、前記受信ベクトルを補償して、各受信ベクトル間の相互相関を除去し干渉を除去する行列ベクトル乗算部とを具備するようにしてもよい。

第2に、本発明によれば、情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うCDMA（Code Division Multiple Access）通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信号を復調して、前記情報データを再生するCDMA復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング部と、

前記チャネルランキング部から出力された制御信号によって決められた順番にしたがって、各ユーザに対して、前記受信信号を逆拡散し、逆拡散された信号を再拡散し、再拡散によって得られた他ユーザの干渉信号レプリカを当該ユーザの受信信号から差し引く複数ステージの干渉キャンセラと、

前記複数ステージの内の最終ステージの干渉キャンセラにおいて、他ユーザの干渉量を差し引いた後の信号中の前記パイロットシンボルを用いてチャネル変動を推定し、推定されたチャネル変動を用いて前記情報データを補償し、補償された情報データの絶対同期検波を行うパイロット内挿補間・絶対同期検波部と

を具備することを特徴とするCDMA復調装置が提供される。

上記CDMA復調装置において、前記複数ステージの第i（iは2以上の整数）ステージの干渉キャンセラは、第（i－1）ステージの干渉キャンセラで推

定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第iステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第（i＋1）ステージの干渉キャンセラに供給するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第iステージの干渉キャンセラの第k（k＝1，2，…，Mのいずれか）番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第1，2，…および（k－1）番目のユーザの干渉信号レプリカとして、

前記第iステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第（k＋1），…，（M－1）およびM番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第（i－1）ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

前記干渉減算器の出力信号と、前記各パスの受信タイミングに同期した拡散符号レプリカとの間の相関検出を行い、前記各パス毎の逆拡散信号を求めるマッチトフィルタと、

前記各パス毎の逆拡散信号を、前記各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散し、前記各ユーザのパスの干渉信号レプリカを推定し、推定された前記干渉信号レプリカを加算して各ユーザの干渉信号レプリカを生成する再拡散・合成部と

を具備するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、1つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用するようにしてもよい。

本発明によれば、各ステージの各チャネル毎に、パイロット信号を用いてチャネル変動を推定している。言い換えれば、パイロット信号を用いたチャネル変

動の推定部を、各ステージの各チャネルの干渉キャンセラループの中に含めた構成とした。この結果、干渉キャンセラの各ステージにおいて、干渉信号レプリカの精度が順次向上し、各チャネル変動の推定精度も向上する。したがって、ユーザ数の多い場合の干渉キャンセル効果が向上する。

また、ＳＩＲが低い第１ステージの一部のユーザに対して、逆相関フィルタにより干渉除去し、ＳＩＲを向上させてから復調処理を行うことによって、判定データおよび干渉信号レプリカの精度が向上する。後続する干渉キャンセラは、この判定データおよび干渉信号レプリカを用いて、干渉キャンセル処理を行うため、チャネル変動の推定精度が向上する。

ＳＩＲが低いランキングの大きい最初の数ユーザについてデコリレータを用いて干渉低減を行い、干渉を低減した信号に対してパイロットシンボルを用いたチャネル推定を行うことにより、この数ユーザ分について推定精度をさらに向上させることができる。

また、受信側において、マルチユーザ型干渉キャンセラの出力側で通信品質を測定し、この受信品質情報をＳＩＲ測定のＳＩＲしきい値に帰還して補正することにより、マッチトフィルタ出力信号でＳＩＲ一定型クローズドループ送信電力制御を行うことによって、干渉低減された信号のＳＩＲに基いた送信電力制御信号を、制御遅延の増大を伴うことなく達成することができる。

図面の簡単な説明

図１は、従来のＣＤＭＡ復調装置における、マルチステージ干渉キャンセラの構成を示すブロック図である。

図２Ａおよび２Ｂは、従来の他のマルチステージ干渉キャンセラの構成を示すブロック図である。

図３は、図２Ａおよび２Ｂの装置で使用される従来のチャネル構成を示す概念図である。

図４は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第１実施例の全体構成を示すブロック図である。

図５Ａおよび５Ｂは、図４に示すＣＤＭＡ復調装置のマルチステージ干渉キャンセラを示すブロック図である。

図６は、第１実施例において使用されるフレーム構成を示す概念図である。

図７は、第１実施例における、パイロット信号を用いた情報データ位相誤差補償方法を説明するためのベクトル図である。

図８および９は、第１実施例におけるマルチステージ干渉キャンセラの効果を示すグラフである。

図１０は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第２実施例において使用される干渉キャンセラを示すブロック図である。

図１１は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第３実施例の干渉キャンセラにおいて、各ユーザの干渉レプリカを生成するための、チャネル変動推定部およびチャネル変動補償部の構成を示すブロック図である。

図１２は、第３実施例における干渉レプリカの生成方法を説明するための概念図である。

図１３は、第３実施例における干渉レプリカ生成のための、チャネル変動の推定方法を説明するためのベクトル図である。

図１４は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第４実施例における、第２ステージ以降のマルチステージ干渉キャンセラの、第ｋ番目のユーザのＩＣＵ（干渉キャンセルユニット）を示すブロック図である。

図１５は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第５実施例における、第２ステージ以降のマルチステージ干渉キャンセラの、第ｋ番目のユーザのＩＣＵを示すブロック図である。

図１６Ａおよび１６Ｂは、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第６実施例における、第１ステージの干渉キャンセラを示すブロック図である。

図１７Ａおよび１７Ｂは、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第７実施例における、マルチステージ干渉キャンセラを示すブロック図である。

図１８Ａおよび１８Ｂは、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第８実施例の全体構成を示すブロック図である。

図１９Ａおよび１９Ｂは、第８実施例におけるマルチステージ干渉キャンセラを示すブロック図であり、図１９Ｂの破線で囲んだ部分は、第８実施例の変形例を示す。

図２０は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第９実施例における、マルチステージ干渉キャンセラおよびパイロット内挿補間・ＲＡＫＥ合成絶対同期検波部を示すブロック図である。

図２１は、フェージングの速さに対する、クローズドループ送信電力制御の誤差を示すグラフである。

図２２は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置に、送信電力制御を適用した実施例を示すブロック図である。

図２３Ａおよび２３Ｂは、図２２の受信品質測定部の構成を示すブロック図である。

図２４は、図２２のマッチトフィルタ出力における受信電力と、干渉キャンセラ出力における受信電力とを比較して示した概念図である。

図２５は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置に、送信電力制御を適用した他の実施例を示すブロック図である。

図２６は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置に、送信電力制御を適用したさらに他の実施例を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

実施例１

図４は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第１実施例の全体構成を示すブロック図、図５Ａおよび５Ｂは、このＣＤＭＡ復調装置の第１ステージおよび第２ステージの干渉キャンセル部の構成を示すブロック図、図６は、本発明を適用したＣＤＭＡ通信システムのフレーム構成を示す概念図である。

本発明を適用したシステムのフレームは、図６に示すように、パターン既知のパイロット信号を、数シンボル単位で、情報信号の間に一定周期で挿入した構成である。

このシステムの受信側は、図４に示すように、チャネル１－Ｎに対応して設けられたマッチトフィルタ１０３および受信レベル検出器１０４と、チャネルランキング部１０５と、第１－第Ｈステージの干渉キャンセル部１０６～１０８とから構成されている。マッチトフィルタ１０３は、各チャネルの各パスにおいて、受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとして、該拡散符号レプリカと受信信号との相関検出を行う。受信レベル検出器１０４は、マッチトフィルタ１０３から出力される各パスの受信電力の総和を各チャネル毎にとって、希望波受信信号レベルを検出する。チャネルランキング部１０５は、各ユーザの受信信号レベルに応じて、受信機入力のユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング情報を出力する。干渉キャンセル部１０６～１０８は、チャネルランキング情報に応じて、受信レベルの高いユーザから順番に復調処理を行うとともに、前ステージの干渉キャンセル部で推定された、各ユーザの干渉信号レプリ

カを入力とし、各ユーザの新たな干渉信号レプリカを出力する。

図５Ａおよび５Ｂは、それぞれ、干渉キャンセル部１０６および１０７の構成を示す。

干渉キャンセル部１０６の入力端２０１に供給された受信拡散信号Ｓは、遅延器２０２，２０３（２０３－２ － ２０３－Ｍ）、および干渉キャンセルユニット（以下、ＩＣＵと呼ぶ）２１０－１に供給される。遅延器２０２の出力は、第２ステージの干渉キャンセル部１０７に供給される。また、各遅延器２０３の出力は、第２－第Ｍチャネルの各干渉減算器２０４（２０４－２ － ２０４－Ｍ）に供給される。これらの遅延器２０３は、処理タイミングを合わせるためのものである。第ｋ（ｋ＝２，…，Ｍ）番目のユーザの干渉減算器２０４－ｋは、第１，２，…，（ｋ－１）番目のユーザの当干渉キャンセル部での干渉信号レプリカと、第（ｋ＋１），…，（Ｍ－１），Ｍ番目のユーザの前ステージの干渉キャンセル部での干渉信号レプリカとを、入力信号から差し引く。

ＩＣＵは、ユーザ数×ステージ数分設けられている。その構成を、第１ステージのユーザ１のＩＣＵ２１０－１を例にとって説明する。ＩＣＵ２１０－１は

、マルチパスの各パス毎に設けられたマッチトフィルタ２１１、パイロットシンボルチャネル変動推定部（ＰＣＨＥと呼ぶ）２１２およびチャネル変動補償部２１３と、ＲＡＫＥ合成部２１４と、データ判定部２１５と、各パス毎に設けられたチャネル変動付加部２１６および再拡散部２１７と、加算器２１８とから構成されており、加算器２１８の出力（チャネル変動推定値）が出力端子２１９から出力される。

マッチトフィルタ２１１は、各パス毎に、受信拡散信号と拡散符号レプリカとの相互相関をとり、逆拡散信号を出力する。ＰＣＨＥ２１２は、各パス毎に、逆拡散信号中の各シンボルの、伝送路における変動を推定する。

すなわち、各パス毎に、パイロットシンボルによって推定した伝送路変動を、その間の情報シンボル位置に内挿補間し、各情報シンボルにおける伝送路変動を推定する。チャネル変動補償部２１３は、各パス毎に、推定された位相変動を補償する。ＲＡＫＥ合成部２１４は、各チャネル変動補償部２１３の出力信号を、各パスの受信電力の大きさに応じて重み付け合成する。データ判定部２１５は、ＲＡＫＥ合成部２１４の出力信号を判定し、判定データを出力する。チャネル変動付加部２１６は、データ判定部２１５から出力された各パスの信号に、ＰＣＨＥ２１２から出力された位相変動を与える。再拡散部２１７は、チャネル変動付加部２１６から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で再拡散する。加算器２１８は、このユーザの各パスの推定受信信号の総和をとって、このユーザの受信信号レプリカ$S_1^{(1)}$を生成する。受信信号レプリカ$S_1^{(1)}$は、他のチャネルにとっては干渉となるので、干渉信号レプリカと呼ぶことができる。この干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$は、ユーザ２の減算器２０４－２に供給され、遅延器２０３－２によって遅延された受信拡散信号Ｓから減算される。このため、第２ユーザのＩＣＵ２１０－２は、干渉量が軽減された信号に対して、干渉キャンセル処理を行うことになる。本ステージの他のＩＣＵ２１０も同様の構成を有している。また、他の干渉キャンセル部１０７および１０８も同様の構成である。

本実施例の動作を説明する。マッチトフィルタ１０３は、各ユーザの各パス毎に対応する拡散符号をレプリカとして、受信機入力信号を逆拡散する。受信レベル検出器１０４は、各ユーザ毎に、ＲＡＫＥ合成すべきマルチパスのマッチトフィルタ相関出力値を加算することによって、各ユーザ毎に受信信号電力を求める。チャネルランキング部１０５は、受信信号電力レベルの大きいユーザから順番にランク付けを行い、チャネルランキン

グ情報を出力する。

シリアルキャンセル部１０６～１０８は、ランクの上のユーザから順番に復調処理を行う。第１ステージの干渉キャンセル部１０６の動作は、次の通りである。

ＩＣＵ２１０－１は、ユーザ１の干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を生成する。まず、マッチトフィルタ２１１は、各パス毎に、受信拡散信号Ｓを逆拡散する。ＰＣＨＥ２１０は、図６に示すパイロットシンボルで挟まれた情報ビット毎に、パイロットシンボルにおける受信位相を内挿補間して、各情報シンボルの伝送路位相変動を求める。

図７は、パイロットシンボルの内挿補間による、情報シンボルの伝送路変動の推定方法を示す。図７の横軸はパイロットシンボルおよび情報シンボルの同相成分の大きさを示し、縦軸はそれらの直交成分の大きさを示す。ＰiおよびＰi+1は、各パイロットシンボル区間で平均化して求めたパイロットシンボルの受信位相ベクトルを示す。破線Ｌ1は、パイロットシンボルの受信位相ベクトルＰiおよびＰi+1を、情報シンボル区間に線形内挿補間して得られた直線である。ベクトルS1，S2，．．．は、この内挿補間によって推定した、各情報シンボルの受信位相ベクトルを示す。曲線Ｃ1は、伝送路変動にともなう各シンボルの実際の受信位相ベクトルの終点の軌跡を示す。図７に示すように、各パイロットシンボル区間における受信位相ベクトルを、それらの間の各情報シンボルの位置にまで線形内挿補間することによって、情報シンボルの受信位相ベクトルを推定することができる。本実施例では、このようなパイロットシンボルによる位相変動の推定を、マルチステージ干渉キャンセラの、各ステージの各ユーザの各パス毎に行っている。なお、パイロットシンボルの挿入間隔は、伝送路の位相変動に追従でき

るように決定する。

チャネル変動補償部２１３は、得られたチャネル位相変動推定値を用いて、情報シンボルの位相補償を行う。ＲＡＫＥ合成部２１４は、位相補償された各パスの信号を、各パスの受信電力を重みとしてＲＡＫＥ合成する。データ判定部２１５は、ＲＡＫＥ合成された信号を、識別・判定して再生データレプリカを生成する。チャネル変動付加部２１６は、判定データに、各パスの推定位相変動を付加する。再拡散部２１７は、チャネル変動付加部２１６の出力を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で再拡散して、各パスの干渉信号レプリカを求める。加算器２１８は、各パスの干渉信号レプリカの総和を求めることによって、ユーザ１の干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を求める。

次に、ユーザ２についての処理を説明する。干渉減算器２０４－２は、受信拡散信号Ｓからユーザ１の干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を差し引く。ＩＣＵ２１０－２は、ＩＣＵ２１０と同様にして、ユーザ２の干渉量$S_2^{(1)}$を推定する。この場合、ユーザ２のＩＣＵ２１０－２への入力信号は、受信拡散信号Ｓと比較して、ＳＩＲ（Signal-to-Interference ratio）が向上している。これは、受信信号Ｓからユーザ１の干渉信号レプリカ$S_1^{(1)}$を差し引いているためである。同様に、第ｋ番目のユーザのＩＣＵへの入力信号は、第１－第（ｋ－１）番目のユーザの干渉信号レプリカ（受信信号レプリカ）を差し引くため、ＳＩＲを順次に高めることができる。以下、第M番目のユーザまでの各ユーザに対して、その直前のユーザまでの干渉信号レプリカの総和を差し引いた信号に対してデータ復調処理を行う。

第２ステージの干渉キャンセル部１０７は、第１ステージの干渉キャンセル部１０６と同様に、ユーザ１から順次復調処理を行う。すなわち、ユーザ１のＩＣＵ２３０－１は、処理遅延を考慮した受信信号Ｓｄから第１ステージにおける他のユーザの干渉信号レプリカの総和、$S_2^{(1)}+S_3^{(1)}$

$+\cdots+S_M^{(1)}$を差し引いた信号について、ＩＣＵ２１０－１と同様にして、ユーザ１の干渉信号レプリカを求める。

第２ステージのユーザ２のＩＣＵ２３０－２も、第２ステージで求めた第１ユーザの干渉信号レプリカと、第１ステージで求めた第３ユーザから第Mユーザまでの干渉信号レプリカとの総和、$S_1^{(2)}+S_3^{(1)}+\cdots+S_M^{(1)}$を受信信号Ｓｄから差し引いた信号に対して、同様の処理を行い、第２ユーザの干渉信号レプリカを求める。さらに、第MユーザのＩＣＵ２３０－Mも、第２ステージで推定した他のユーザの干渉信号レプリカの総和、$S_1^{(2)}+S_2^{(2)}+\cdots+S_{M-1}^{(2)}$を受信信号Ｓｄから差し引いた信号に対して、同様の処理を行い、第Mユーザの干渉信号レプリカを求める。

言い換えれば、第ｋユーザは、自分よりもランキングの高い（すなわち、受信信号レベルが大きい）ユーザについては、当該ステージでの干渉信号レプリカを用い、自分よりもランキングの低いユーザについては、１ステージ前の干渉キャンセル部で生成された干渉信号レプリカを用いて、干渉信号レプリカの算出を行う。

本実施例が従来技術と異なる点は、各ステージの各ユーザ毎に、各パスの位相推定を行う点である。この方法によれば、干渉キャンセル部のステージを１段経過する毎に、各ユーザの干渉信号レプリカの精度が向上する。この結果、受信信号から他ユーザの干渉信号レプリカを差し引いた推定誤差が減少し、位相変動の推定精度も改善される。

なお、本実施例においては、逆拡散手段としてマッチトフィルタを用いたが、各パス数分のスライディング相関器でシリアルキャンセラを構成しても、同等の特性を得ることができる。

図８は、本実施例によるＣＤＭＡ復調装置における平均ビットエラーレートを、従来装置のものと比較して示したグラフである。このグラフにお

いて、横軸は、Eb/No(energy per bit to noise spectral density)を示し、縦軸は、平均ビット誤り率を示している。従来装置は、図７に示すように、逆拡散して得たパイロットシンボルを情報シンボル区間に内挿補間して、チャネル変動を推定している点は、本発明と同様である。しかしながら、本発明が、干渉キャンセル部の各ステージ毎に、各ユーザの各パスについてチャネル推定を逐次実行

しているのに対して、従来装置は、各ユーザの各パイロットシンボル区間で得た受信ベクトルを、干渉キャンセル部の全ステージで共通に使用している点が異なっている。

図８のグラフから分かるように、誤り率の改善は、干渉キャンセル部が３ステージのときにほぼ最高となり、それ以上ステージ数を増やしても、効果はほとんど増加しない。また、Eb/Noが１０ｄＢの付近では、本発明装置は、従来装置に比較して、１桁近く誤り率を減らすことができる。

図９は、本発明装置の平均ビット誤り率を、今回パイロット区間と前回パイロット区間の間で加重平均をとって、パイロットシンボルの位相推定を行う場合のものと比較して示すグラフである。図において、αおよび（１－α）が加重であり、黒丸が本発明の誤り率を示している。図から分かるように、Eb/Noが１０ｄＢの付近では、本発明の誤り率は、加重平均化するものと比較して、約１／６に減少している。

実施例２

図１０は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第２実施例の干渉キャンセル部を示すブロック図である。この実施例が第１実施例と異なる点は、１つのＩＣＵで、Ｍ人のユーザに対して、全ステージ分の処理を実行している点である。すなわち、１つのＩＣＵを時分割で繰り返し使用することによって、ハードウェアの簡単化を図っている点である。

図１０において、入力端子３０１に入力された受信拡散信号Ｓは、メモリ３０３に供給される。メモリ３０３は、チャネルランキング部１０５から供給されるユーザ制御信号（チャネルランキング信号）の制御下で、遅延器として機能する。すなわち、図５Ａの遅延器２０２、２０３および２２３に対応する。また、干渉減算器３０４は、図５Ａの干渉減算器２０４および２２４に対応するもので、メモリ３０３から読み出された拡散信号Ｓから、干渉信号レプリカメモリ３０５から読み出された干渉信号レプリカを減算する。ＩＣＵ３１０は、図５ＡのＩＣＵ２１０および図５ＢのＩＣＵ２３０に対応するもので、干渉減算器３０４の出力に対して、チャネル推定、ＲＡＫＥ合成、および干渉信号レプリカ生成を実

行し、新たな干渉信号レプリカを出力する。こうして、ＩＣＵ３１０は、各ユーザ、各パスの干渉信号レプリカを順次更新し、得られた干渉信号レプリカを干渉信号レプリカメモリ３０５に書き込む。

実施例３

図１１は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第３実施例における、ＩＣＵ内のマッチトフィルタ、ＰＣＨＥ（パイロットシンボルチャネル変動推定部）およびチャネル変動補償部の構成を示すブロック図である。第３実施例の詳細を説明する前に、その原理を説明する。

セルラ通信システムにおいては、基地局から移動局に向かう下りチャネルでは、各ユーザの送信タイミングは同期している。しかしながら、それに応答する上りチャネルでは、伝搬遅延が異なるために、各ユーザの情報シンボルタイミングおよび拡散符号チップタイミングが非同期となる。

図１２は、非同期チャネルにおける各ユーザのフレーム構成を示す。図に示すように、ユーザＸのパイロットシンボルに対しては、ユーザＹの前

のパイロットブロック内の情報シンボルの干渉がある。マルチステージ干渉キャンセラでは、推定干渉レプリカは、チップ単位で生成するからである。このため、１パイロットブロック単位で行うマルチステージ干渉キャンセラ処理は、パイロットブロックの前後の情報シンボルまで含めた時間単位で行うことが必要となる。すなわち、図１２に示すパイロットブロック時間ＴＢではなく、その前後の情報シンボルを取り込んだ干渉キャンセル処理時間ＴＡ単位で推定干渉レプリカを生成する必要がある。このため、受信信号レベルの平均値によるチャネルランキングや、推定干渉レプリカの生成などの処理は、処理時間ＴＡ毎に行わなくてはならない。

図１３は、非同期チャネルにおける干渉レプリカ生成のための、チャネル推定の原理を示すベクトル図である。図１３の処理が、図７の処理と異なる点は、パイロットシンボルPiの外側の数シンボルについては、パイロットシンボルの受信包絡線を外挿して、チャネル変動を推定している点である。この外側のシンボル数は、伝搬遅延を考慮しても数シンボルであるために、パイロットシンボル

のチャネル変動推定値を、パイロットシンボルの外側の情報シンボルのチャネル推定値として採用しても大きな誤差は生じない。これらの推定値を用いることによって、パイロットシンボルの外側の情報シンボルの、拡散信号レプリカを生成することができる。また、２つのパイロットシンボルで挟まれた情報シンボルについては、図７と同様に、両側のパイロットシンボルを情報シンボル区間内に内挿補間して変動推定し、情報シンボルの拡散信号レプリカを生成する。これらの拡散信号レプリカを受信信号Ｓから差し引くことによって、上りの非同期チャネルにおいても、マルチユーザ干渉キャンセラを構成することができる。この方法によれば、１パイロットブロック時間TB 間の受信信号のみをメモリに蓄積しておけば、それより長い処理時間TA の範囲で干渉レプリカを

生成することができ、効率的なマルチユーザ干渉キャンセラを実現できる。

図１１に戻り、本実施例のＩＣＵ内のＰＣＨＥおよびチャネル変動補償部の構成を説明する。他の構成は、図５Ａと同様である。

図１１において、入力端子２０１に印加された受信拡散信号は、受信信号メモリ４０３に書き込まれる。メモリ４０３は、図１２の１パイロットブロック時間TB 間の受信信号を蓄積する。蓄積された受信信号は、マッチトフィルタ４１１に供給され逆拡散される。逆拡散信号は、遅延器４１３、チャネル推定部４１５、およびパイロットフレーム同期部４１９に供給される。

チャネル推定部４１５は、パターン既知のパイロットシンボルを逆拡散信号の中から抽出し、パイロット信号発生部４１７から供給されるパイロットシンボルと、シンボル毎に比較し、位相変動を推定する。この場合、パイロット信号発生部４１７のパイロットシンボルの発生位相は、パイロットフレーム同期部４１９からの信号によって制御される。

チャネル推定部４１５によって推定された位相変動は、信号化されて内挿補間部４２１および外挿部４２３に供給される。パイロットブロックの内側の情報シンボルについては、両側のパイロット区間において推定した推定値を各情報シンボルの位置に内挿して、各情報シンボルのチャネル変動を推定する。一方、パイロットブロックの外側の情報シンボルについては、これらの情報シンボルに最

も近いパイロット区間における推定チャネル変動を、チャネル変動推定値とする。上述したように、これらの情報シンボル数は、セル半径が数ｋｍのセルラシステムにおける伝搬遅延を考慮しても、数個に過ぎない。これらのチャネル変動推定値は、フェージングひずみ補償部４２５に供給され、遅延器４１３を通った逆拡散信号に乗算され、そのチャネル変動が補償される。

このような処理が、このユーザの各パスについて行われ、チャネル変動補償された各パスの逆拡散信号がＲＡＫＥ合成部４３０に供給される。ＲＡＫＥ合成された信号は、データ判定部４４０によって判定される。

この実施例によれば、上りの非同期チャネルにおいても、一定時間単位のブロック処理で、マルチステージの干渉キャンセル処理が可能となる。この実施例では、ブロック間で干渉レプリカ情報のやりとりをする必要がないため、装置の簡単化を図ることができる。

実施例４

図１４は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第４実施例の、第２ステージ以降の干渉キャンセラのＩＣＵを示すブロック図である。この実施例は、自チャネルのマルチパス信号による干渉レプリカをも除去するものである。

移動通信環境下では、建物や土地からの反射によって、マルチパス伝搬路が形成される。自チャネルのマルチパス信号も、他ユーザからの信号と同様に、逆拡散時に相互相関を生じて干渉の原因となる。上述した各実施例のように、パイロットシンボルを用いて、各ステージ毎に逐次的にチャネル推定を行う構成では、第２ステージ以降のステージのＩＣＵの入力信号には、自チャネルのマルチパス信号による干渉レプリカが含まれている。

高速チップレートの広帯域ＤＳ－ＣＤＭＡでは、時間分解能が低いために、受信信号を多数のマルチパス信号に分離でき、ＲＡＫＥ合成機能が効果的である。しかしながら、ＲＡＫＥ合成においては、マルチパスの１パス当たりの信号電力が低減し、自チャネルのマルチパス信号からの干渉が無視できなくなる。したがって、マルチステージ干渉キャンセラにおいては、受信信号から、他ユーザの干渉レプリカだけでなく、自チャネルのマルチパス信号による干渉レプリカをも

差し引いた信号を、ＩＣＵ入力信号

として用いて、ＳＩＲをさらに向上させる必要がある。

図１４は、このような考えの下に実現されたＣＤＭＡ復調装置の、第ｉステージ（ｉは２以上の整数）の第ｋユーザのＩＣＵを示す。

このＩＣＵ５１０－ｋが、図５Ａに示す第１実施例のＩＣＵ２１０と異なる点は、次の通りである。

（１）干渉レプリカ除去部５０５（５０５－１　－　５０５－Ｌｋ）を新たに設けた点。この干渉レプリカ除去部５０５は、自チャネルのマルチパス波に起因する干渉レプリカを除去するためのものである。

図１４の干渉減算器５０４－ｋは、図５Ｂの干渉減算器２２４に対応し、入力端子５０１に供給された受信拡散信号Ｓ２（受信拡散信号Ｓを遅延した信号）から、他のユーザの干渉レプリカを差し引く。すなわち、干渉減算器５０４－ｋは、自分より前の第１から第（ｋ－１）ユーザについては、本ステージｉで得られた干渉レプリカを受信拡散信号から差し引き、自分より後の第（ｋ＋１）から第Ｍまでのユーザについては、１つ前の第（ｉ－１）ステージで得られた干渉レプリカを受信拡散信号から差し引く。他ユーザの干渉レプリカが除去された受信拡散信号Ｓ３は、干渉レプリカ除去部５０５に供給される。

干渉レプリカ除去部５０５は、自チャネルの各マルチパスについて、１つ前の第（ｉ－１）ステージで得られた他のマルチパスの干渉レプリカを、受信拡散信号Ｓ３から差し引いて除去する。たとえば、干渉レプリカ除去部５０５－１は、前の第（ｉ－１）ステージで得られた、第２マルチパス以降のすべてのマルチパスの干渉レプリカを、受信拡散信号Ｓ３から引いて除去する。一般に、第ｋ番目のユーザの第Ｌｉ番目のマルチパス波に関して考えると、前ステージのＩＣＵで推定した第ｋ番目のユーザの、Ｌｉを除くマルチパスの干渉レプリカを、受信拡散信号Ｓ３から差し引く。こうし

て得られた受信拡散信号は、各パスに対応して設けられたマッチトフィルタ２１１に供給され、以後、第１実施例と同様の処理を受け、再拡散部２１７で再拡散

される。なお、図１４において、Ｌｋはユーザｋのｒａｋｅ合成パス数である。

（２）各パスの再拡散部２１７の出力を、当ステージのマルチパス波の干渉レプリカとして、出力端子５０７（５０７－１　－　５０７－Ｌｋ）から出力する点。これらの干渉レプリカは、次の第（ｉ＋１）ステージに供給され、マルチパス波の干渉レプリカ除去に用いられる。

なお、図１４のＩＣＵでは、干渉レプリカ除去部５０４および５０５を、ＩＣＵの外側および内側にそれぞれ配置したが、これに限定されない。要は、ＩＣＵ５１０内のマッチトフィルタ２１１への入力信号として、受信拡散信号から、他ユーザの干渉レプリカ、および自チャネルの他のパスのマルチパス波の干渉レプリカを差し引いた信号が供給されればよい。

この実施例によれば、第１実施例と比較して、ＳＩＲをさらに向上させることができる。この結果、受信特性を改善することができ、システムの加入者容量を増大することが可能となる。

実施例５

図１５は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第５実施例の、第２ステージ以降の干渉キャンセラのＩＣＵの構成を示すブロック図である。この実施例は、データ判定部２１５から出力される判定データの振幅を、希望波の振幅にマッチングさせて、各ユーザの各マルチパスの干渉レプリカをさらに高精度に生成しようとするものである。

図１５に示す第５実施例が、図１４に示す第４実施例と異なる点は、判定データの振幅値を求める回路を新たに設けた点である。以下、この点を

説明する。受信信号電力検出器５２１（５２１－１　－　５２１－Ｌｋ：ただし、Ｌｋはｒａｋｅ合成のパス数）は、各パス毎に逆拡散信号の信号電力を求める。これは、逆拡散信号の同相成分および直交成分の振幅２乗和として求めることができる。加算器５２３は、電力検出器５２１の各出力を、ｒａｋｅ合成のマルチパス分だけ加算して、ｒａｋｅ合成後の受信信号電力を求める。同相・直交成分振幅変換部５２５は、この受信信号電力から、受信信号の同相および直交成分の絶対振幅を求める。各シンボル毎の振幅値は、雑音の影響でばらついているた

め、1パイロットブロックにわたって、平均化して、雑音の影響を取り除いた振幅値を得る。この平均化を実行するのが、平均化部５２７である。平均化された振幅値は、乗算器５２９に供給され、判定データの振幅値が受信信号の振幅値にマッチするように調整される。

本実施例によれば、各ユーザの各マルチパスの干渉レプリカを精度よく生成することができる。

実施例６

図１６Ａおよび１６Ｂは、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第６実施例の、第１ステージの干渉キャンセル部の構成を示すブロック図である。他の構成要素は、図４に示す構成と同様である。すなわち、図４に示すマッチトフィルタ１０３、受信レベル検出器１０４およびチャネルランキング部１０５と、第２ステージ以降の干渉キャンセル部１０７および１０８は、第１実施例と同様である。

前述したように、マッチトフィルタ１０３は、各チャネルの各パスの受信拡散符号に同期した拡散符号レプリカと、受信拡散信号Ｓとの相関検出を行う。受信レベル検出器１０４は、マッチトフィルタ１０３から出力さ

れた各パスの受信電力の総和をチャネル毎に計算して、希望波受信信号レベルを検出する。チャネルランキング部１０５は、受信レベル検出器１０４の各ユーザの受信信号レベルに応じて、受信機入力のユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング情報を出力する。

本実施例の第１ステージの干渉キャンセル部が、図５Ａに示す干渉キャンセル部と異なる点は、第１－第ｋユーザの干渉キャンセル部を、デコリレータ（逆相関フィルタ）を中心として構成した点である。

図１６Ａおよび１６Ｂにおいて、マッチトフィルタ６０１（６０１－１　－　６０１－ｋ）は、

チャネルランキング部１０５から供給されたチャネルランキング情報に基づいて、受信信号レベルの大きい方からｋユーザの各パスの信号を逆拡散する。デコリレータ６０３は、逆相関フィルタとして機能するもので、マッチトフィルタ１０６と、チャネルランキング部１０５からの情報によって、受信信号レベルの

大きい方からｋユーザの各パスの、各マッチトフィルタ６０１からの信号を入力ベクトルとして、互いに干渉除去された逆拡散ベクトルを出力する。

絶対同期検波・干渉生成部６１０（６１０－１　－　６１０－ｋ）は、図５ＡのＩＣＵ２１０からマッチトフィルタ２１１を除いた構成を有し、デコリレータ６０３の出力信号から第１－第ｋチャネルの干渉レプリカを計算する。

第（ｋ＋１）－第Ｍユーザに関しては、図５Ａに示す第１実施例の対応部分と同様である。すなわち、遅延器２０３、干渉減算器２０４、およびＩＣＵ２１０は、第１実施例と同様である。こうして、受信信号レベルの大きいｋユーザについては、デコリレータ６０３の出力に基づいて干渉レプリカを推定し、この推定干渉レプリカを用いて残りの（Ｍ－ｋ）ユーザ

の復調処理を行う。また、第２ステージ以降の干渉キャンセル部では第１実施例と同様にして、各ユーザの推定干渉レプリカを計算する。最終ステージ（第Ｈステージ）の干渉キャンセル部１０８は、各ユーザの再生データを出力する。

デコリレータ６０３は、受信信号レベルの大きいｋユーザのΣＬｋパスについて直交化処理を行い、受信拡散信号のＳＩＲを向上させる。デコリレータ６０３による直交化処理は次のように行う。すなわち、デコリレータ６０３は、ｋユーザの拡散符号と受信タイミングとから、各パスの受信拡散符号レプリカを生成する。次いで、ΣＬｋ個の拡散符号間の相互相関を計算し、この相互相関の値を用いて相関行列を生成する。さらに、この相関行列の逆行列を計算して、受信信号ベクトルにかけることにより、ｋユーザの全パスの受信信号ベクトル間の直交化処理を行う。

この結果、たとえば第１ユーザの各パスの信号は、第２－第ｋユーザの各パスの信号と直交化する。したがって、第１ユーザの各パスに対する干渉信号は、第（ｋ＋１）ユーザから第Ｍユーザの各パスからの残留干渉信号のみとなって、ＳＩＲが向上する。デコリレータ６０３で直交化を行ったｋユーザの各パス毎に、絶対同期検波・干渉生成部６１０によって、チャネル変動推定、チャネル変動補償、ＲＡＫＥ合成および干渉レプリカ生成を行う。これらｋユーザの干渉レプリカは、第（ｋ＋１）ユーザのＩＣＵ２１０－（ｋ＋１）以降への入力となり、

第１実施例と同様の処理が行われる。

本実施例によれば、第１実施例の欠点が除かれる。すなわち、第１実施例では、最初の段階で干渉レプリカ推定を受ける、受信信号レベルの大きい方のユーザが、不利であった。しかしながら、本実施例では、最初のｋユーザに対しては、デコリレータ６０３によって、干渉キャンセルを行っているので、このような第１実施例の欠点を除去することができる。このｋの値は、一般には２以上、かつ拡散率ＰＧ以下であるが、あまり大きな値はとれない。これは、チャネル数が増加するにしたがって、デコリレータが扱う行列の次数が急激に増加するからである。

実施例７

図１７Ａおよび１７Ｂは、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第７実施例の干渉キャンセル部を示すブロック図である。この実施例が第６実施例と異なる点は、１つのＩＣＵで、Ｍ人のユーザに対して、全ステージ分の処理を実行している点である。すなわち、１つのＩＣＵを時分割で繰り返し使用することによって、ハードウェアの簡単化を図っている点である。

本実施例の構成および作用は、第２実施例および第６実施例から容易に理解できるので、詳細な説明は省略する。

実施例８

図１８Ａおよび１８Ｂは本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第８実施例を示すブロック図である。

本実施例は、図４に示す第１実施例を簡単化したものであり、第１実施例とは、次の点で異なっている。

（１）干渉キャンセル部７００，７２０および７４０の構成が、図４の干渉キャンセル部１０６，１０７及び１０８の構成よりも簡単化されている点。

図１９Ａおよび１９Ｂは、第１および第２ステージの干渉キャンセル部の構成を示すブロック図である。ただし、図１９Ｂの破線で囲んだ部分は、本実施例の変形例に関わる部分であり、これについては、後述する。

図１９Ａおよび１９Ｂに示す干渉キャンセル部が、図５Ａに示す干渉キャンセル部と異なる点は、ＩＣＵ７１０（７１０－１ － ７１０－Ｍ）の構成である。このＩＣＵ７１０は、逆拡散信号の位相変動の推定・補償およびデータ判定を行わない。具体的には、図５ＡのＩＣＵ２１０から、構成要素２１２－２１６を省いた構成である。すなわち、ＩＣＵ７１０のマッチトフィルタ２１１は、受信拡散信号を各パス毎に逆拡散し、逆拡散信号を出力する。この逆拡散信号は、再拡散部２１７に直接供給される。再拡散部２１７は、各パスの逆拡散信号を、各パスの受信拡散符号に同期した拡散符号レプリカを用いて再拡散し、各パスの干渉信号レプリカを求める。加算器２１８は、各パスの干渉信号レプリカの総和を求める。これが、ユーザ１の推定干渉レプリカ$S_1^{(1)}$である。このように、マッチトフィルタ２１１で逆拡散した信号を、直ちに再拡散部２１７で再拡散することによって、第１実施例と比較して回路の簡単化を図ることができる。

（２）最終ステージの干渉キャンセル部７４０の出力側に、パイロット内挿補間・ＲＡＫＥ合成絶対同期検波部７５０，７６０および７７０を接続した点。

最終ステージ、すなわち、第Ｈステージの干渉キャンセル部７４０の各チャネルのＩＣＵから、干渉が低減された信号$D_{1(H)}$，$D_{2(H)}$，…，$D_{M(H)}$が出力される。これらの信号は、各チャネル毎に設けられたパイロット内挿補間・ＲＡＫＥ合成絶対同期検波部７５０，７６０および７７０に、それぞれ入力される。検波部７５０の構成と動作は、第１実施例のＩＣＵ２１０内の、マッチトフィルタ２１１からデータ判定部２１５までの構成および動作と同様であるが、以下に簡単に説明する。

干渉キャンセル部７４０から信号$D_{1(H)}$を受けたマッチトフィルタ７５１は、この信号を、各パス毎に逆拡散する。ＰＣＨＥ（パイロットシンボルチャネル変動推定部）７５２は、各パイロットシンボルの位相変動を推定し、パイロット区間における平均をとり、これを位相変動推定値とする。チャネル変動補償部７５３は、この位相変動推定値を、パイロットシンボルではさまれた情報シンボルの各位置に内挿補間して、各情報シンボルのチャネル位相変動を推定し、マッチトフィルタ７５１の出力に対して、この推定チャネル位相変動を用い

て、情報シンボル区間のチャネル変動を補償する。ＲＡＫＥ合成部７５４は、位相補償された各パスの信号を、各パスの受信電力を重みとしてＲＡＫＥ合成する。データ判定部７５５は、ＲＡＫＥ合成された信号を判定して、再生データを出力する。こうして、絶対同期検波が行われる。

本実施例は、上述した他の実施例とは異なり、各ステージの各ユーザ毎に各パスの位相推定は行わない。これによって、各ステージの干渉キャンセル部の構成が大幅に簡単化される。本実施例における干渉信号レプリカは、データ判定を行わないために、熱雑音の影響を直接受けることとなるが、これは上述した他の実施例において、再生データレプリカを生成する際の判定誤りの影響とほぼ等価である。また、再生データレプリカを生成しないために、生成した干渉信号レプリカには、各拡散符号の相互相関の影響が、各ステージの干渉キャンセル部に伝搬することが考えられるが、干渉キャンセル部のステージ数を、数段に抑えることによって、影響を小さくすることができる。

本実施例では、逆拡散手段としてマッチトフィルタを用いたが、スライディング相関器を用いても、同等の特性のシリアルキャンセラを構成できる

図１９Ｂの破線で囲んだ部分は、第８実施例の変形例を示す。この変形例においては、第２ステージの干渉キャンセル部７２０の、各ＩＣＵ７３

０への入力信号を、パイロット内挿補間・ＲＡＫＥ合成絶対同期検波部７５０に入力している。

実施例９

図２０は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置の第９実施例を示すブロック図である。本実施例は、図１０に示す第２実施例を簡単化したものであり、その構成および作用は、第２実施例および第８実施例から明らかなので、詳細な説明は省略する。

実施例１０

前述したように、ＤＳ－ＣＤＭＡにおいては、各通信者は、フェージングによる瞬時変動、短区間変動および距離変動を受ける。このため、移動局で所要の受信品質を満足するためには、基地局の受信機入力におけるＳＩＲを一定にする

送信電力制御を行う必要がある。

送信電力制御は、オープンループ型と、クローズドループ型とに分けられる。前者は、受信側でＳＩＲを測定し、それに基いて送信電力を制御する。後者は、受信側でＳＩＲを測定し、それと目標ＳＩＲ値との差に基いて、通信相手側に送信電力制御信号を送り、相手側の送信電力を制御する。送受の搬送波レベルに相関がない場合には、クローズドループ型の送信電力制御が有効である。

クローズドループ型の送信電力制御を、ＣＤＭＡ移動通信に適用した場合の特性は、主に制御遅延で決定される。

図２１は、送信電力制御遅延をパラメータとしたときの、送信電力制御の誤差特性の一例を示すグラフである。送信電力制御の制御周期で正規化したフェージングの速さｆｄＴ（横軸）が増加するにつれて、送信電力の

制御誤差（縦軸）が増大する。フェージングが、ある速さ以上になると、送信電力制御がフェージングに追従しなくなり、特性が平坦になる。また、制御遅延が増すにつれて、制御誤差の平坦部が増大している。送信電力制御誤差が増大すると、ＳＩＲが目標値を下回る区間で通信品質が劣化し、加入者容量の減少につながるため、送信電力制御の遅延はできるだけ小さいことが望ましい。

一方、送信電力制御が完全で、受信機入力におけるＳＩＲが一定になることを保証されたとしても、移動通信のマルチパス環境下においては拡散符号が完全に直交することはない。このため、他の通信者からの干渉を受けることとなり、その大きさは、一人の他通信者あたり、平均で拡散率分の１の電力となる。したがって、同一の周波数帯での通信者数が増加すると、干渉信号電力レベルが増加し、１セル当たりの通信者容量を制限することになる。１セル当たりの通信者容量をさらに増加させるためには、上述した干渉キャンセル技術が用いられる。

受信側で干渉キャンセラを用いると、干渉電力が低減し、受信ＳＩＲが向上するため、干渉キャンセラを用いない場合に比べて、送信電力を低減することができる。したがって、他の通信チャネルに与える干渉量が低減し、各通信チャネルの受信ＳＩＲがより一層向上する。

干渉キャンセラによるＳＩＲ向上効果を有効に利用するためには、干渉低減

後の信号のＳＩＲを測定する必要がある。ところが、マルチユーザ型の干渉キャンセラは処理遅延を伴う。例えば、マルチステージ型においては、ステージ数およびユーザ数が増えるにしたがって、処理遅延が大きくなる。また、デコリレータ型においては、ユーザ数およびパス数が増えるにともなって、逆行列演算に要する処理量が増大して処理遅延が増え、さらに、過去および未来の複数のシンボルに対する直交化処理を行うために、

数シンボルの処理遅延を免れない。

上述したように、送信電力制御の特性は、主に制御遅延で決まる。干渉低減後の信号のＳＩＲを測定すると、この制御遅延が極めて大きくなる。この結果、送信電力制御誤差が大きくなって、加入者容量の減少につながってしまう。

このような理由で、マルチユーザ型干渉キャンセラを用いた場合の受信ＳＩＲ向上効果を、クローズドループ送信電力制御に適用する方法は、開示されていなかった。本実施例は、受信側で干渉キャンセラを適用した場合に、クローズドループ送信電力制御を有効に作用させ、送信電力低減および加入者容量増大効果を達成するものである。

図２２は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置に送信電力制御を適用した実施例を示すブロック図である。

図２２において、マッチトフィルタ８０１は、同じ周波数帯域で通信を行うＮ（Ｎは２以上の整数）の通信者に対して、各通信チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号レプリカを用いて、相関検出を行う。ＳＩＲ測定部８０２は、マッチトフィルタ８０１の出力信号のＳＩＲを測定する。マルチユーザ干渉キャンセラ８０３は、各通信チャネルについて、干渉除去された信号を出力する。受信品質測定部８０４は、マルチユーザ干渉キャンセラ８０３から出力された、干渉除去された信号の受信品質を、各チャネル毎に測定する。目標ＳＩＲ設定部８０５は、受信品質測定部８０４から出力された受信品質を、所要受信品質と比較して、各チャネル毎に目標ＳＩＲ値を設定する。ＴＰＣ（送信電力制御）ビット生成部８０６は、ＳＩＲ測定部８０２から得られた受信ＳＩＲを、目標ＳＩＲ設定部８０５から得られた目標ＳＩＲと比較して、送信電力制御信号を生

成する。

図２３Ａおよび２３Ｂは、受信品質測定部８０４の詳細を示すブロック

図であり、図２３Ａは、フレーム誤り率を測定して、受信品質を監視する受信品質測定部８０４を示し、図２３Ｂは、パイロットシンボルの誤り率を測定して、受信品質を監視する受信品質測定部８０４を示している。送信電力制御が、瞬時変動に追従して目標ＳＩＲを実現するのを目指すのに対して、受信品質測定部８０４は、比較的長時間に渡って平均化を行い、干渉キャンセラ８０３の出力における通信品質をモニタし、送信電力制御の目標ＳＩＲ値を補正する。したがって、干渉キャンセラ８０３の処理遅延は問題にならない。

図２３Ａにおいて、ＣＲＣチェック部８１１は、マルチユーザ干渉キャンセラ８０３から出力された受信データに対して、ＣＲＣ検査（Cyclic Redundancy Ckeck）を行う。すなわち、生成多項式による割算回路に、受信データを入力し、剰余が０か否かを判定する。剰余が０であれば、通信路におけるフレーム誤りは無かったと判定し、剰余が０でなければ、フレーム誤りが生じたと判断する。

フレーム誤り計数部８１２は、フレーム誤りの個数を計数し、フレーム誤り率を出力する。フレーム誤り率しきい値発生部８１３は、フレーム誤り率のしきい値を出力する。受信品質判定部８１４は、フレーム誤り率と、そのしきい値とを比較して、受信品質を示す信号を出力する。目標ＳＩＲ設定部８０５は、この信号によって基準ＳＩＲを修正し、修正された基準ＳＩＲを出力する。

図２３Ｂに示す、パイロットシンボルの誤り率による受信品質測定部８０４は、次のように構成される。パイロットシンボル生成部８２１は、パターン既知のパイロットシンボルを生成する。パイロットシンボル誤り率計数部８２２は、マルチユーザ干渉キャンセラ８０３から出力された受信データから、パイロットシンボルを抽出し、パイロットシンボル生成部８

２２から供給されたパイロットシンボルと比較し、パイロットシンボルの誤り率を計算する。

パイロットシンボル誤り率しきい値発生部８２３は、パイロットシンボル誤

り率のしきい値を出力する。受信品質判定部８２４は、パイロットシンボル誤り率と、そのしきい値とを比較して、受信品質を示す信号を出力する。目標ＳＩＲ設定部８０５は、この信号によって基準ＳＩＲを修正し、修正された基準ＳＩＲを出力する。

本実施例の動作を説明する。マッチトフィルタ８０１は、各通信チャネルの各パス毎に受信拡散信号と拡散符号レプリカとの相関を検出し、各ユーザの逆拡散信号を出力する。ＳＩＲ測定部８０２は、逆拡散信号を用いて、各ユーザ毎にＳＩＲを測定する。一方、マルチユーザ干渉キャンセラ８０３は、受信拡散信号を用いて、干渉除去された逆拡散信号を出力する。ただし、この逆拡散信号は、処理遅延を伴っている。

受信品質測定部８０４は、干渉キャンセラ８０３から出力された逆拡散信号の通信品質を測定する。測定された通信品質は、目標ＳＩＲ設定部８０５に送られ、所要受信品質と比較される。

図２４は、マッチトフィルタ８０１の出力と干渉キャンセラ８０３の出力とを比較した図である。目標ＳＩＲ設定部８０５による目標ＳＩＲの設定は、次のように行われる。

（１）目標ＳＩＲは、干渉キャンセラ８０３による干渉低減効果を見込んで、干渉キャンセラ８０３の出力における所要ＳＩＲに比べて低めに設定する。

（２）干渉キャンセラ８０３の干渉除去能力は、同時通信者数に応じてある程度予測できるので、目標ＳＩＲも、同時通信者数に応じて設定する。

（３）受信品質測定部８０４が測定した通信品質が、所要の品質に比べて良い場合には、目標ＳＩＲを下げる。これによって、通信の過剰品質を避け、送信電力の一層の低減を図る。

（４）逆に、受信品質測定部８０４が測定した通信品質が、所要の品質に比べて悪い場合には、目標ＳＩＲを上げる。

（５）上記（３）および（４）の補正を繰り返すことによって、目標ＳＩＲを、干渉キャンセラ８０３の出力において所要の品質が満たされる値に収束させていく。

ＴＰＣビット生成部８０６は、ＳＩＲ測定部８０２から出力された測定ＳＩＲと目標ＳＩＲとを比較し、前者が上回っているときは、通信の相手に、送信電力を下げよとの制御信号（ＴＰＣビット）を送る。逆に、後者が上回っているときは、通信の相手方に、送信電力を上げよとの制御信号を送る。これによって、伝送路の瞬時変動に追従するクローズドループ送信電力制御を実現することができる。

なお、所要受信品質は通信チャネル毎に設定する。これは提供するサービス（音声伝送，画像伝送，データ伝送等）によって、要求される通信品質が異なるためである。

実施例１１

図２５は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置に送信電力制御を適用した他の実施例を示すブロック図である。

本実施例の特徴は、以下の通りである。

（１）マルチユーザ干渉キャンセラ８０３として、実施例１のレプリカ再生型マルチステージ干渉キャンセラを用いた点。

（２）受信品質測定部８０４として、図２３Ｂに示すパイロットシンボルのビット誤り率によって通信品質を測定する、パイロットシンボル平均誤り率測定部８０４を用いた点。

本実施例の動作は、実施例１、１０および図２３Ｂに関する説明から明らかなので、簡単に説明する。

干渉キャンセラ８０３の各段において、他の通信者のチャネルからの干渉信号を復調・判定して、送信情報データレプリカを再生する。この再生データレプリカから各チャネルの干渉信号レプリカを計算し、受信信号から差し引いていくことによって、希望波信号に対するＳＩＲを高めて希望波信号を復調する。

一方、チャネルランキング部８０７は、通信者を受信電力の強い順に並び替えるチャネルランキングを行う。これに基づいて、干渉キャンセラ８０３は、受信電力が強い順に、希望波信号を復調する。この操作を、多ステージに渡って実行することにより、後のステージほどＳＩＲが向上する。また、干渉キャンセラ

８０３の各ステージにおいて、干渉信号レプリカの精度が向上するに従って、各チャネルの変動推定精度も向上する。したがって、通信者数の多い場合の干渉キャンセル効果が向上する。

実施例１２

図２６は、本発明によるＣＤＭＡ復調装置に送信電力制御を適用した、さらに他の実施例を示すブロック図である。本実施例が図２５に示す第１１実施例と異なる点は、パイロットシンボル平均誤り率測定部８０４の代わりに、デインターリーブ部８０８、ビタビ復号部８０９およびフレーム誤り率測定部８１０からなる受信品質測定部を設けた点である。

この構成によっても第１１実施例と同様の作用効果を得ることができる。

【図１】

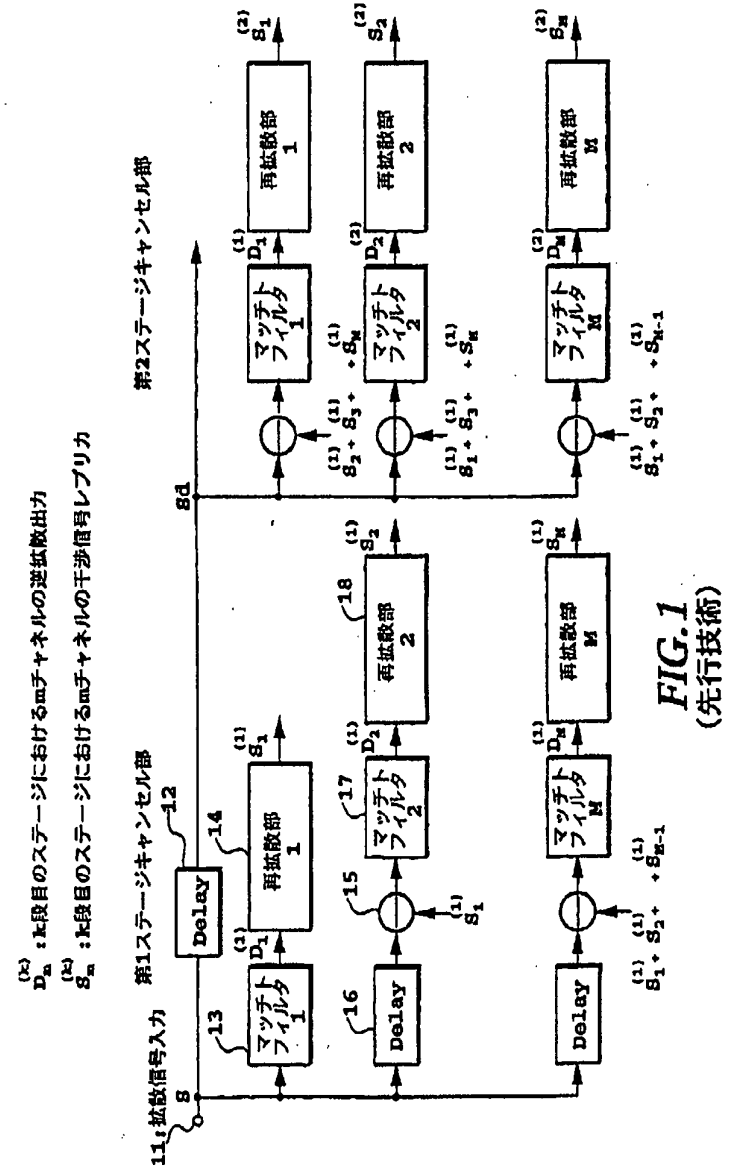


FIG. 1
(先行技術)

【図２】

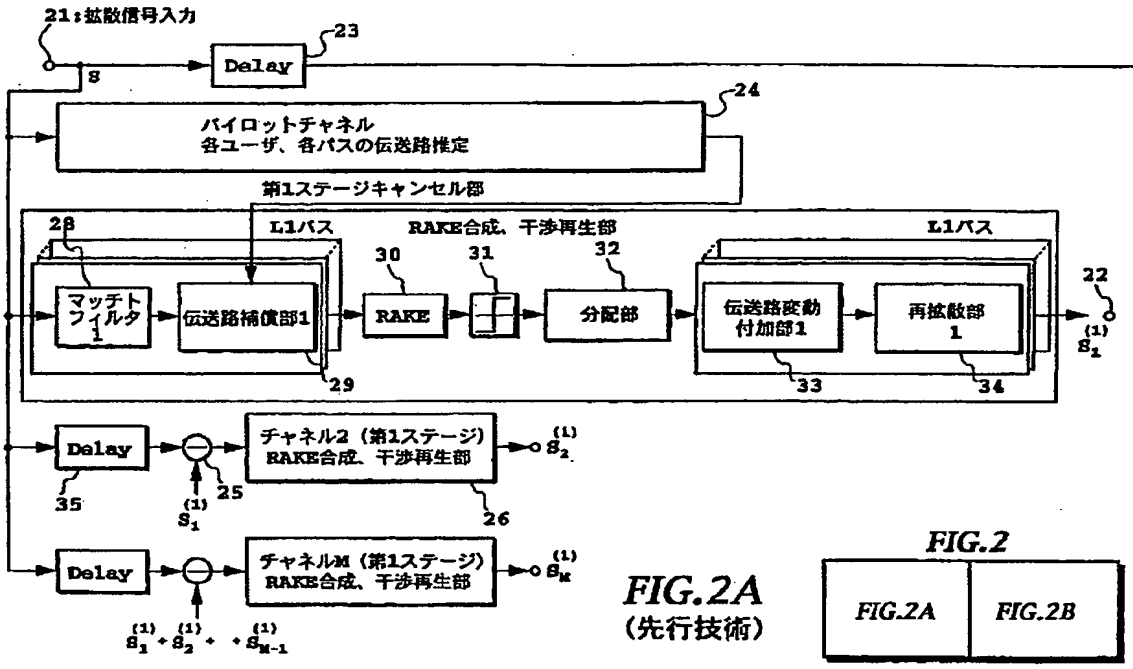


FIG.2A
（先行技術）

FIG.2

【図２】

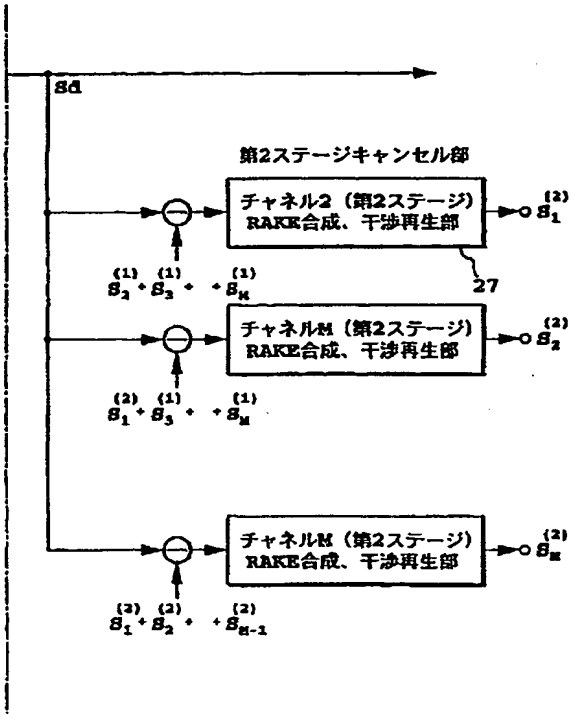


FIG.2B
（先行技術）

(53) 特WO96/042146
(54) 特WO96/042146

【図3】

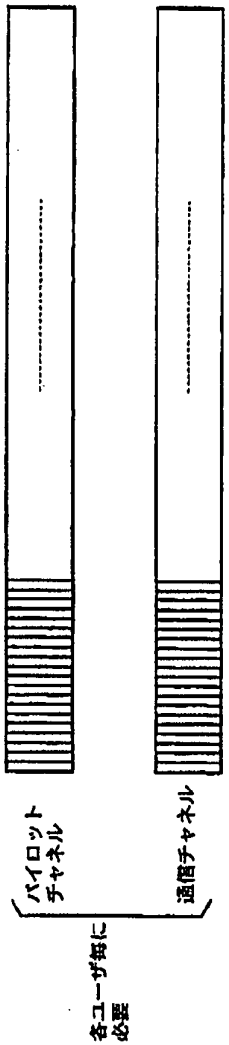


FIG.3

【図4】

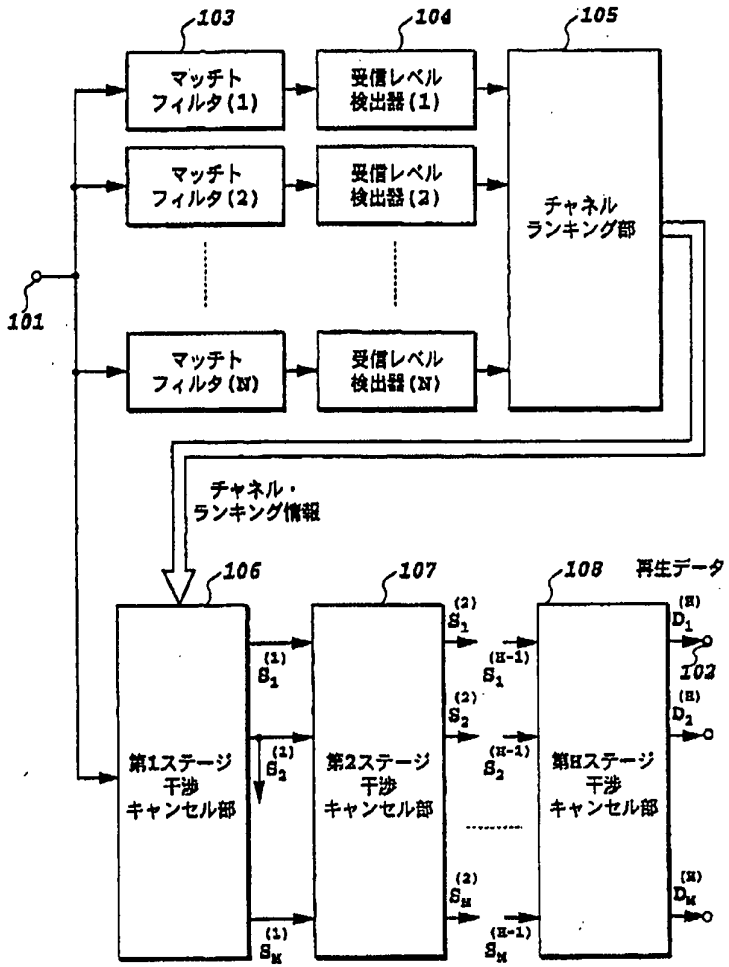


FIG.4

FIG.5

FIG.5A
FIG.5B

201:拡散信号入力
202
Delay
S
106:第1ステージ
210-1
L1
211
マッチト
フィルタ1
213
PCHE
212
214
RAKE
合成部
215
216
再拡散部
217
218
219
(1)
S1
各パス推定チャネル情報
第1ユーザの干渉キャンセルユニット(ICU)
203-2
Delay
210-2
第2ユーザのICU
(第1ステージ)
(1)
S2
(1)
S1
204-2
26
203-M
Delay
210-M
第MユーザのICU
(第1ステージ)
(1)
SM
204-M
(1) (1) (1)
S1 + S2 + + SM-1

FIG.5A

【図5】

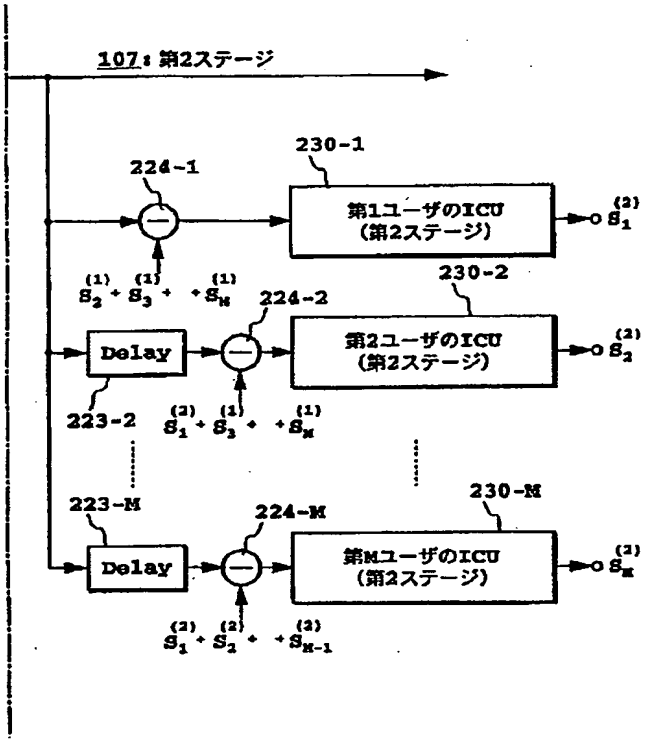


FIG.5B

(59) 特WO96/042146

【図6】

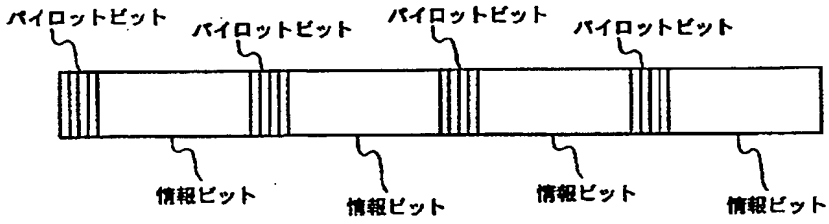


FIG.6

(60) 特WO96/042146

【図7】

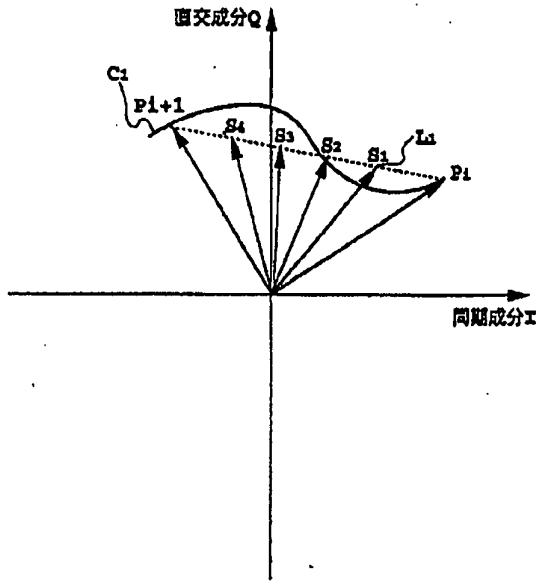


FIG.7

【図8】

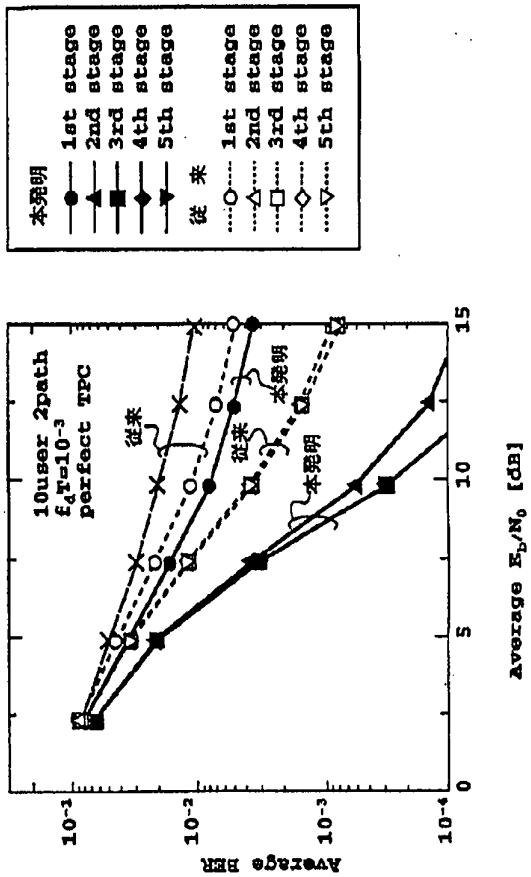


FIG.8

【図9】

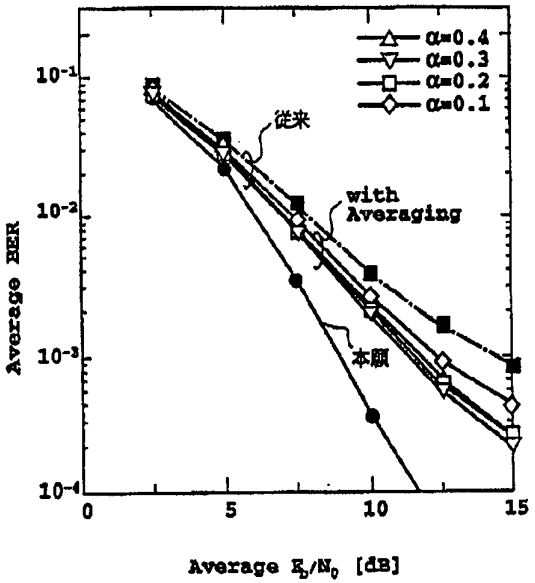


FIG.9

【図10】

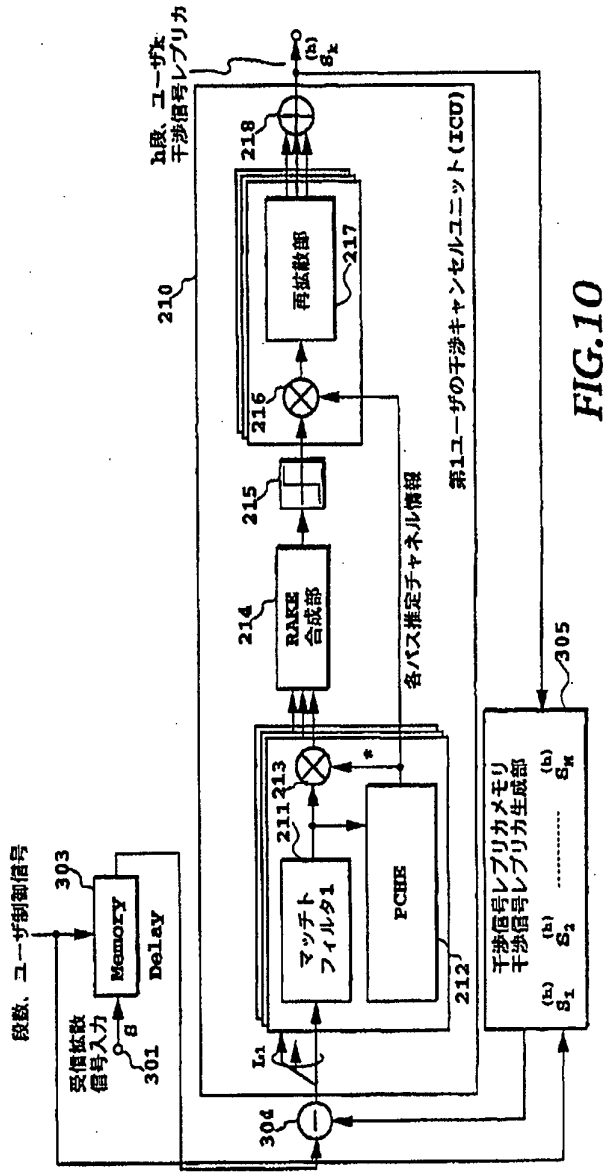


FIG.10

【図１１】

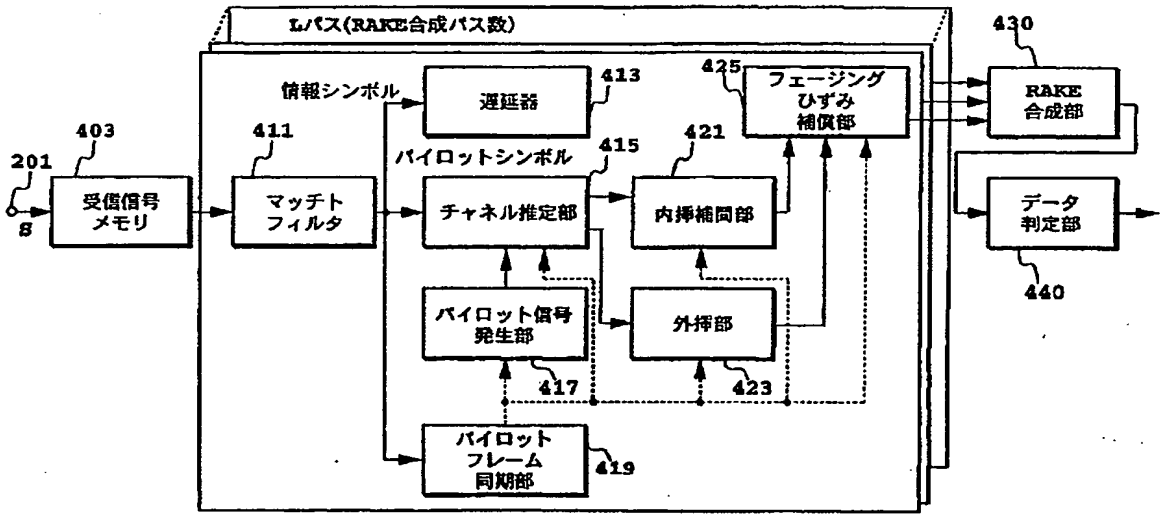


FIG.11

(65) 特WO96/042146

【図１２】

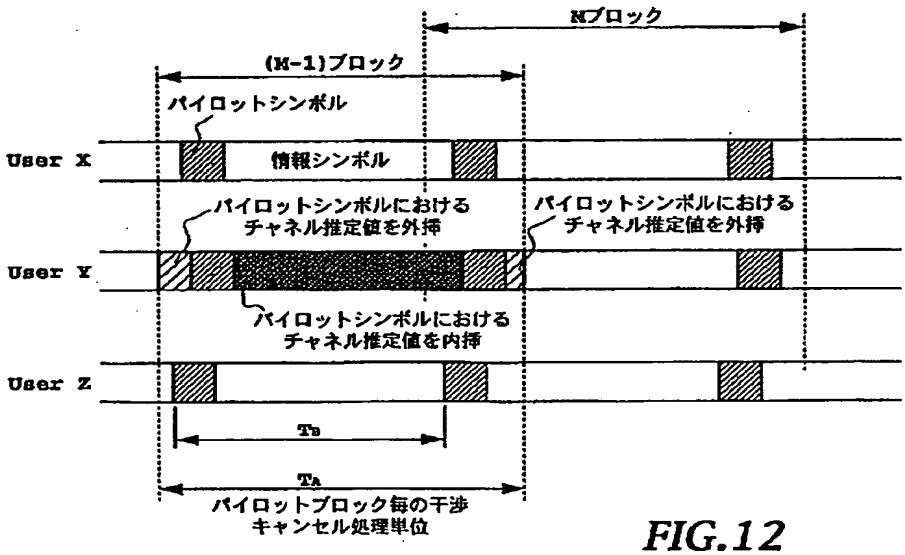


FIG.12

(66) 特WO96/042146

【図１３】

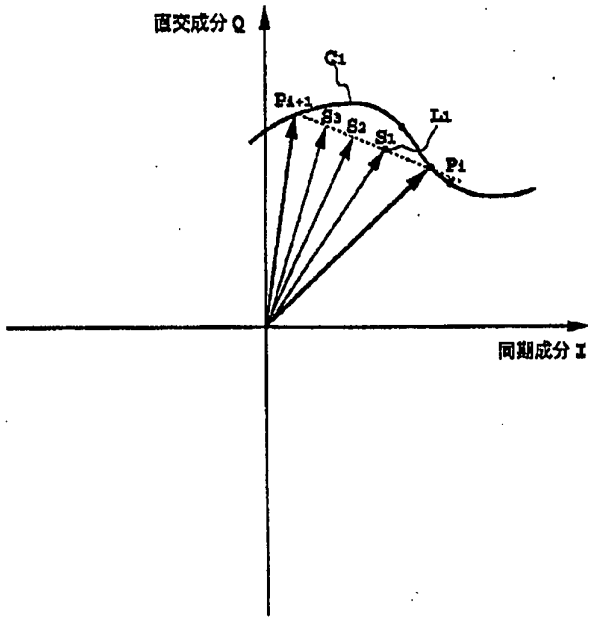


FIG.13

【図１４】

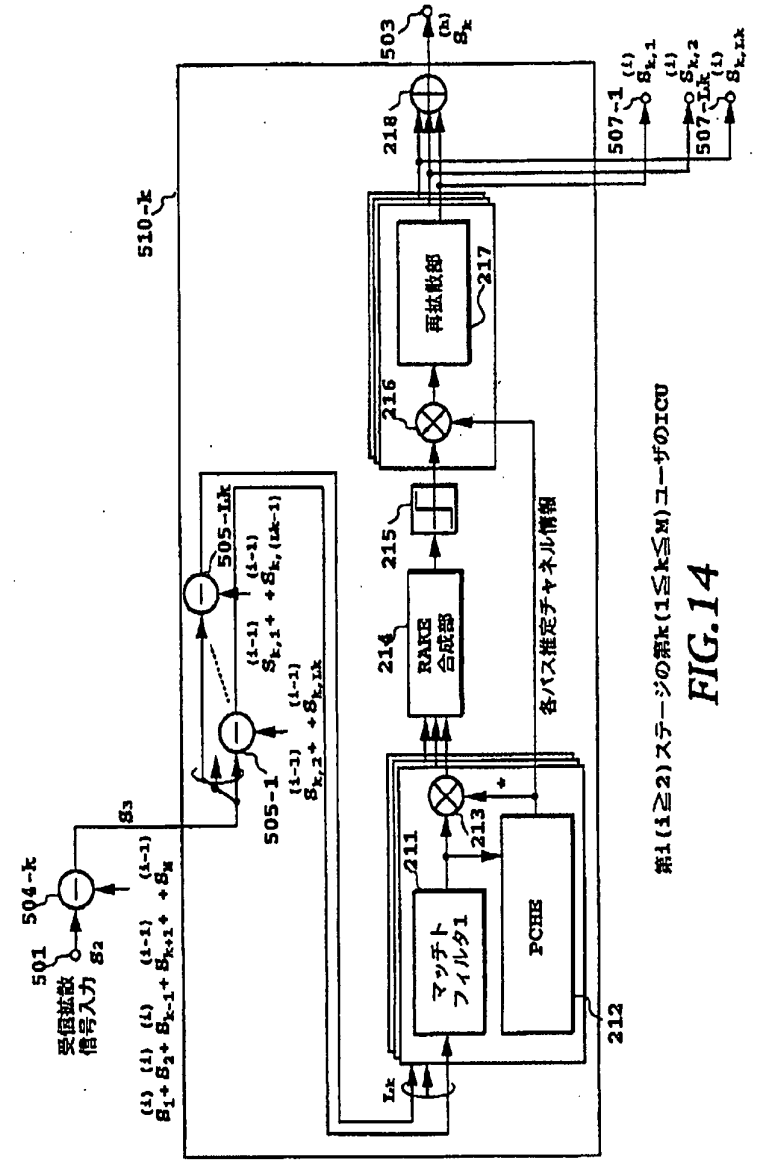


FIG.14

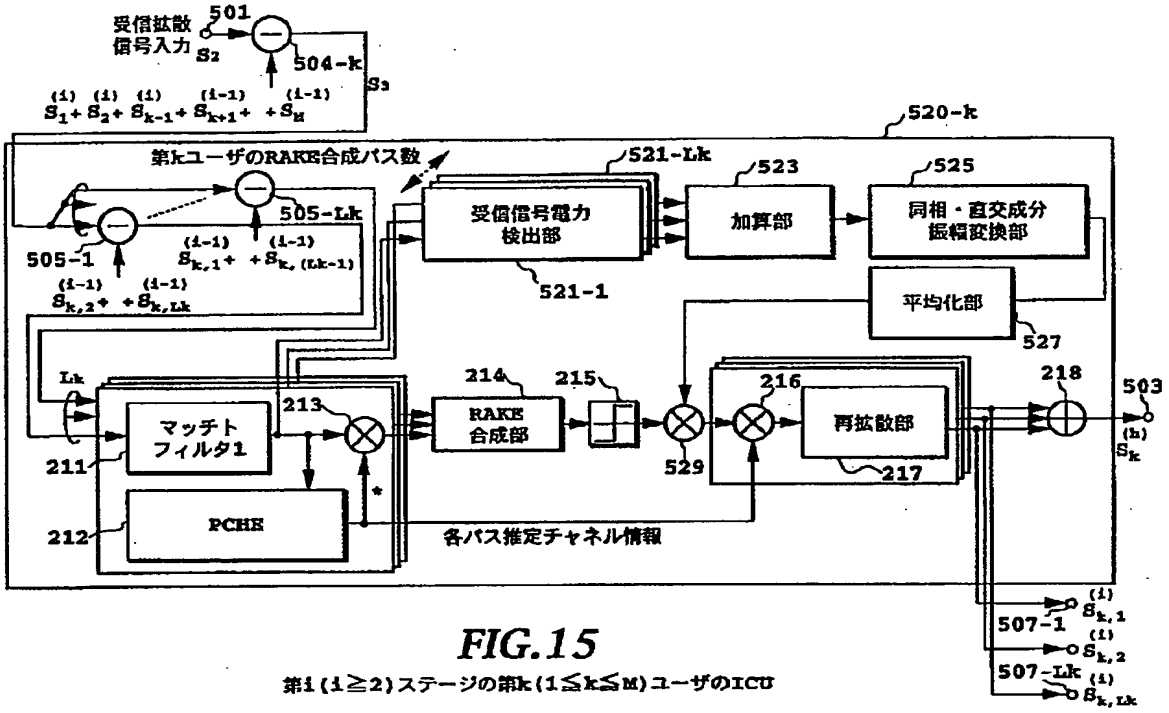


FIG.15

第i(i≧2)ステージの第k(1≦k≦M)ユーザのICU

FIG.16

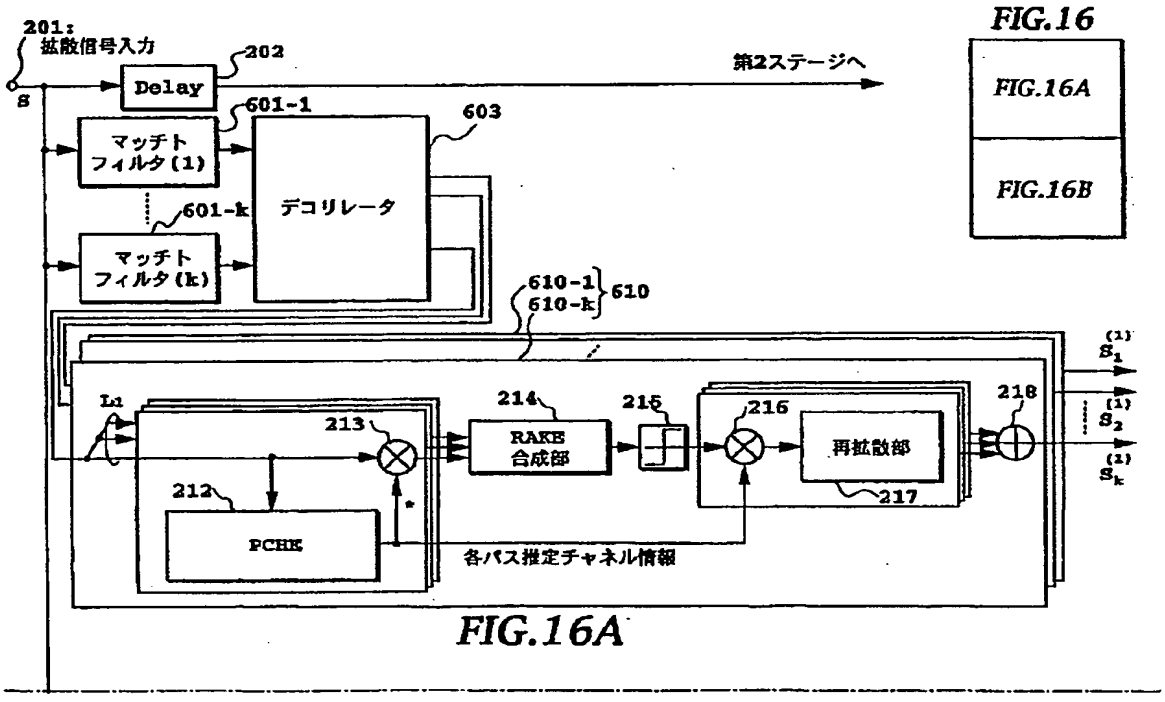


FIG.16A

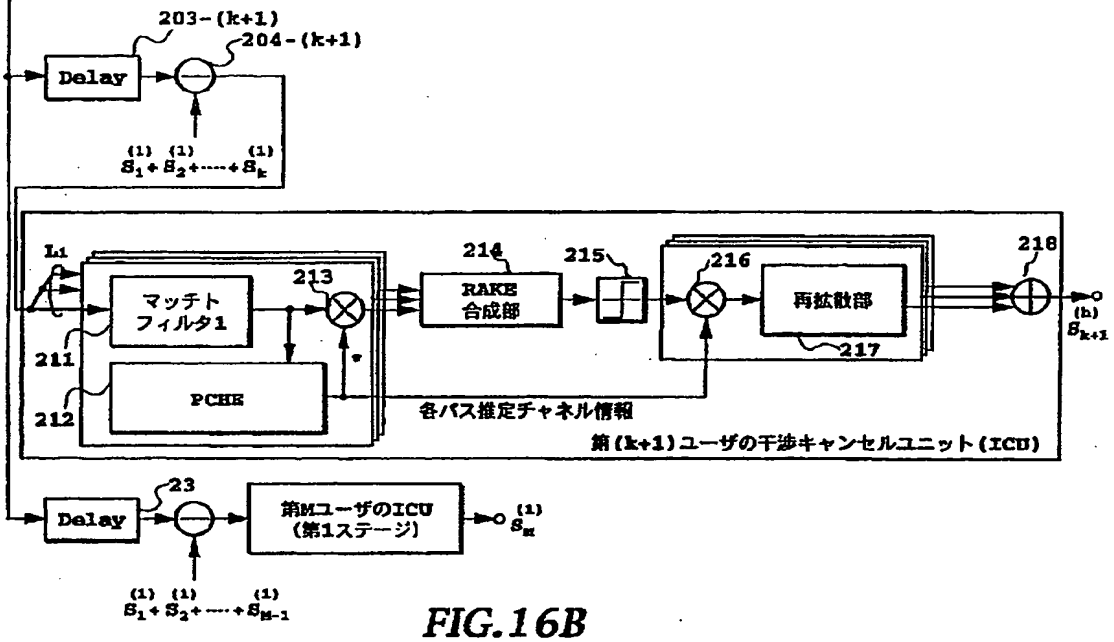


FIG.16B

FIG.17

FIG.17A

FIG.17B

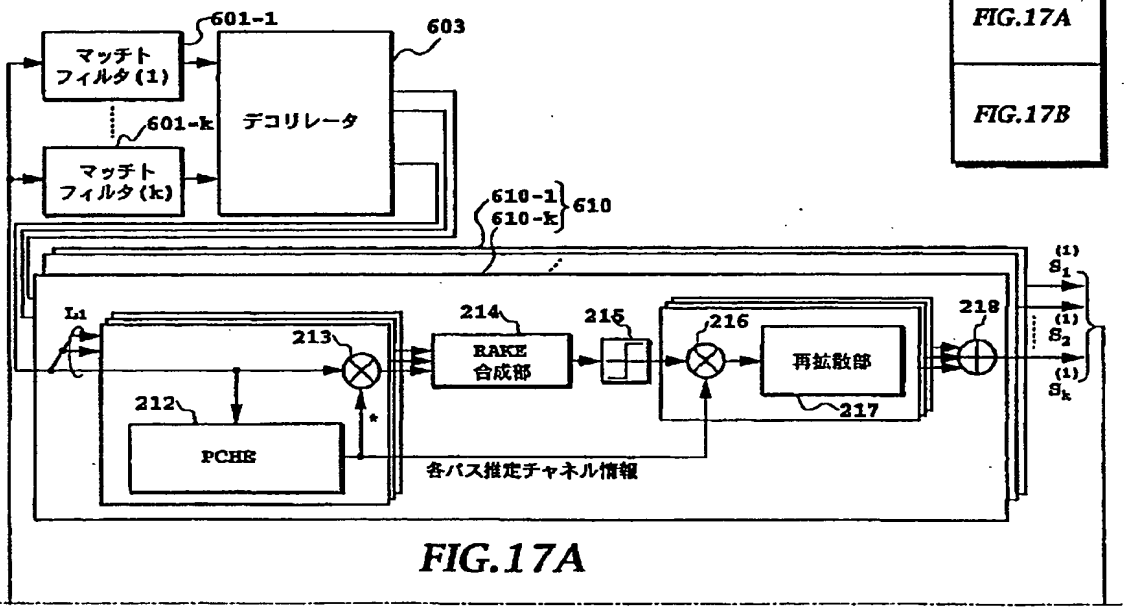


FIG.17A

【図１７】

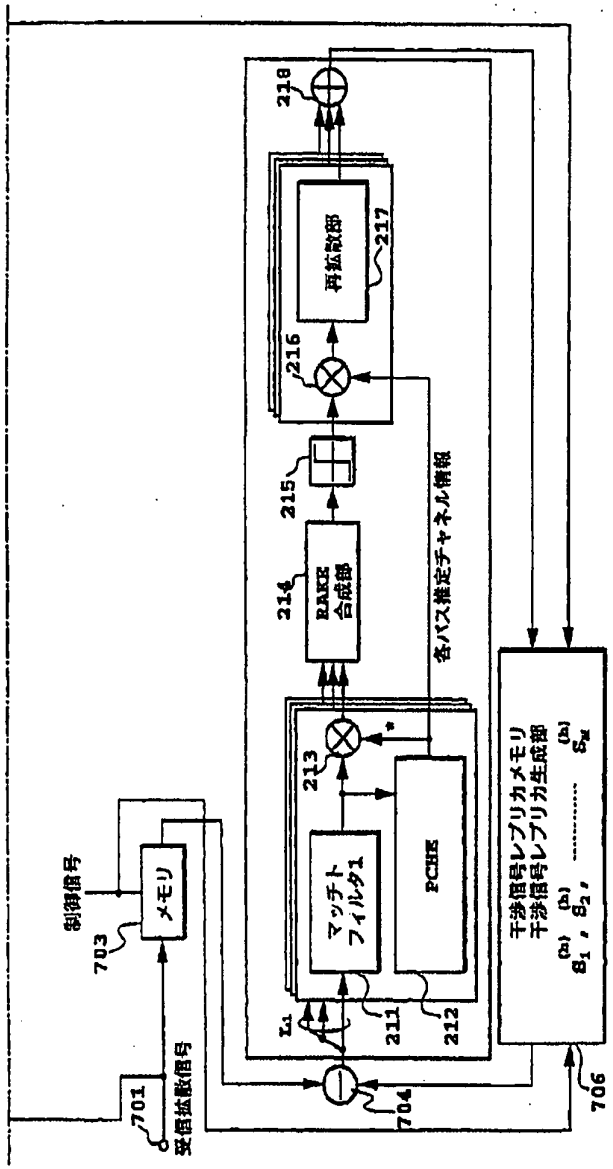


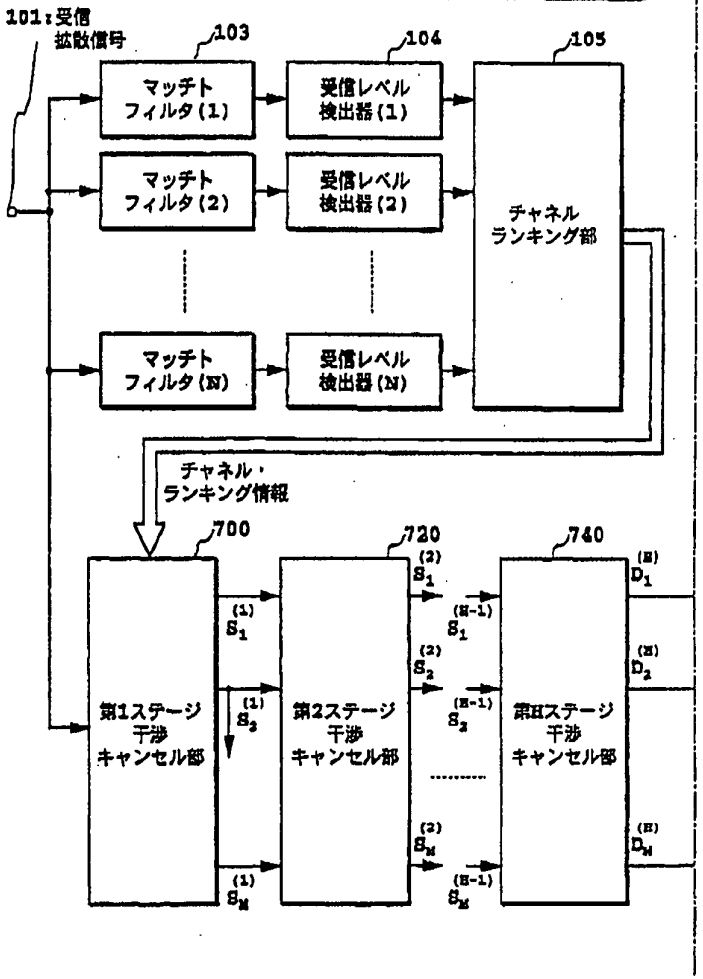
FIG.17B

【図１８】

FIG.18

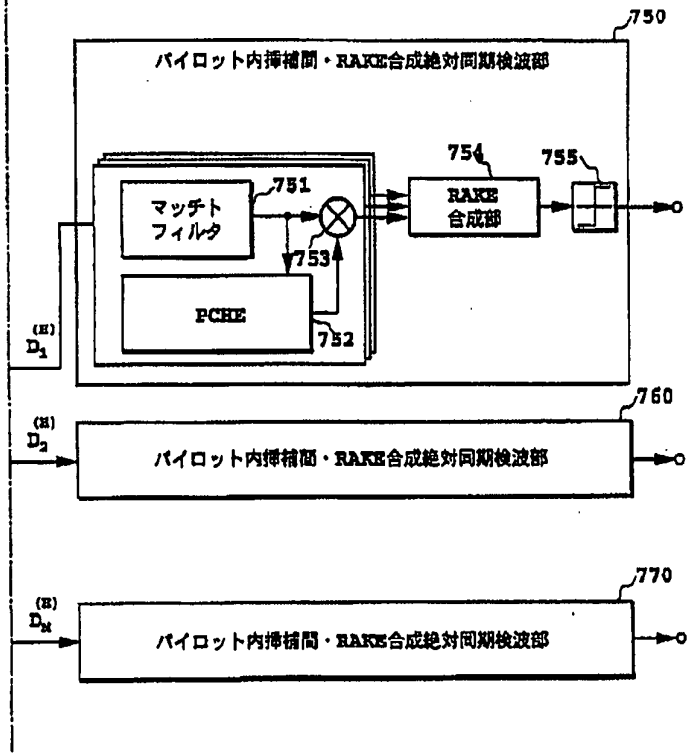


FIG.18A



【図１８】

FIG.18B



【図１９】

FIG.19

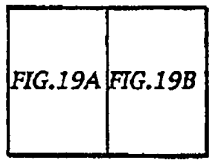
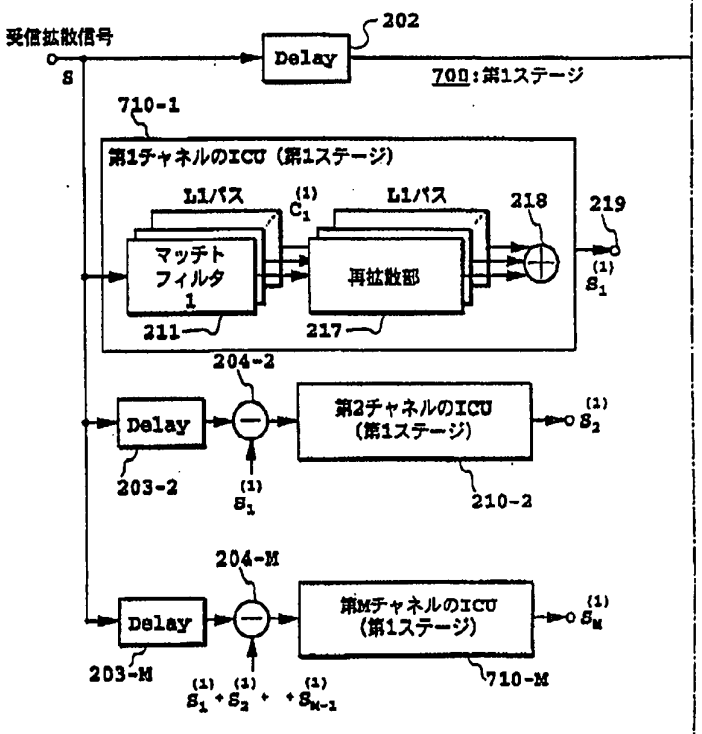


FIG.19A



【図19】

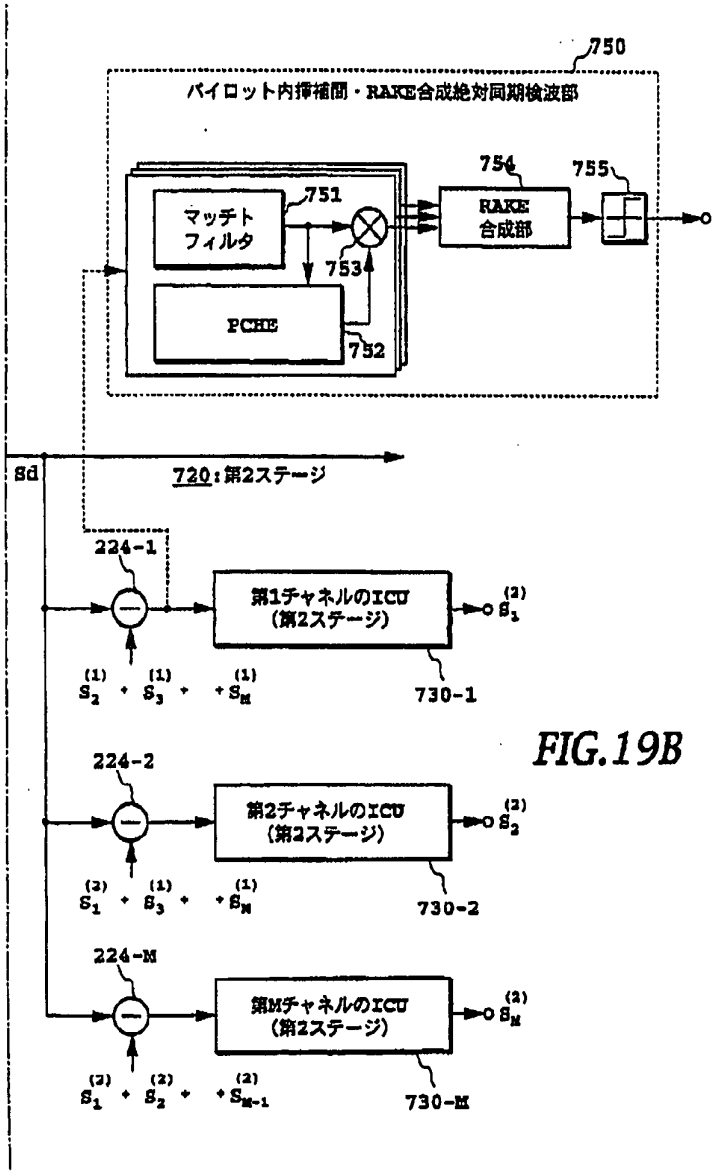


FIG.19B

【図20】

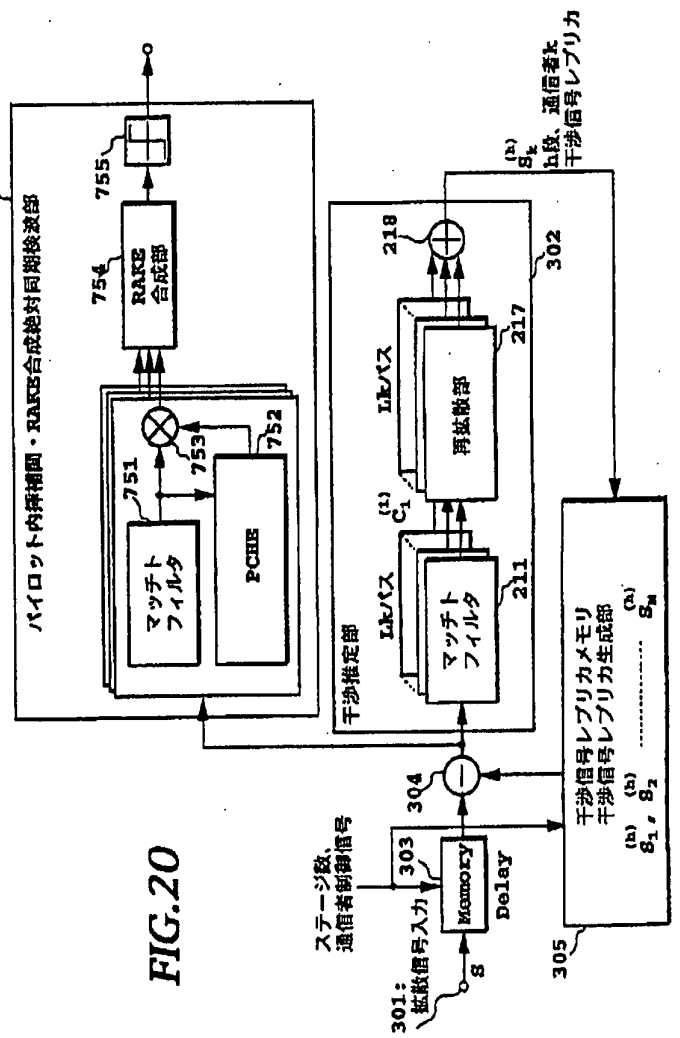


FIG.20

【図２１】

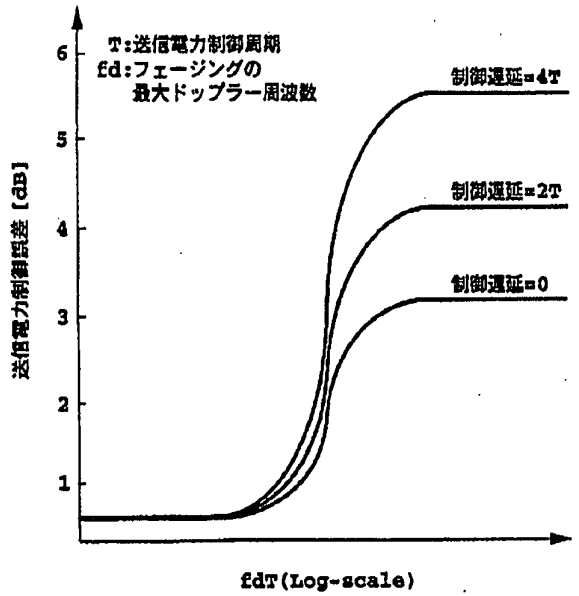


FIG.21

【図２２】

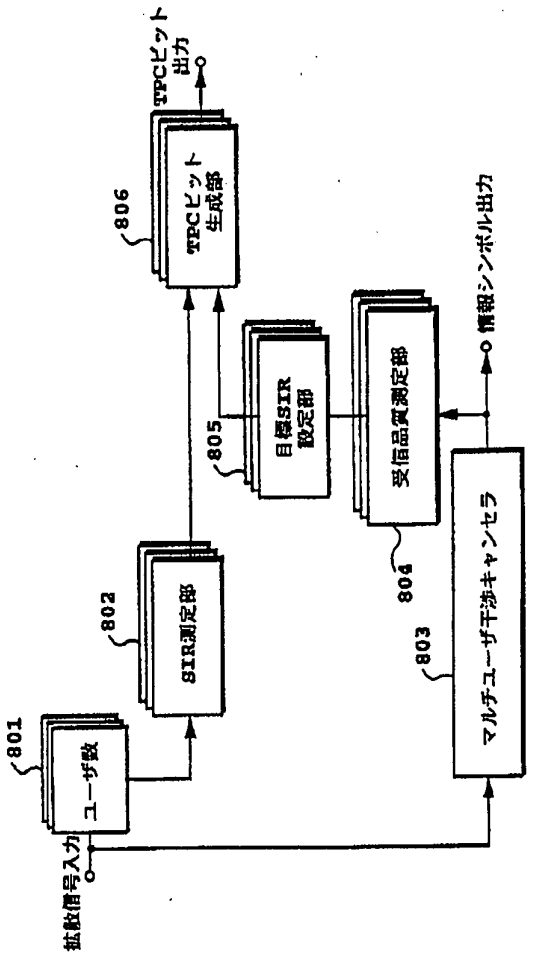
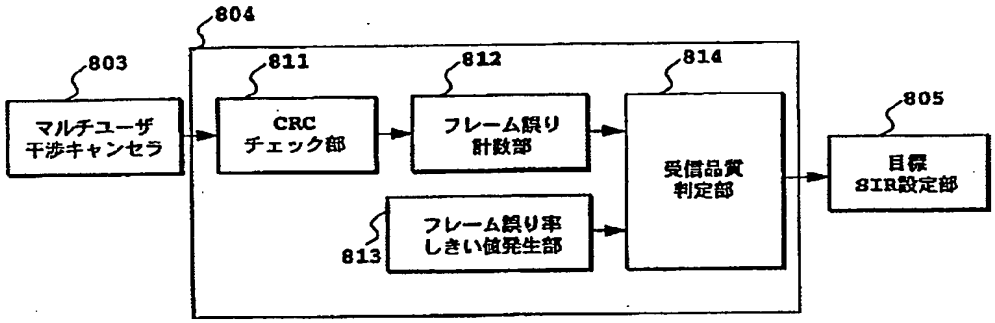
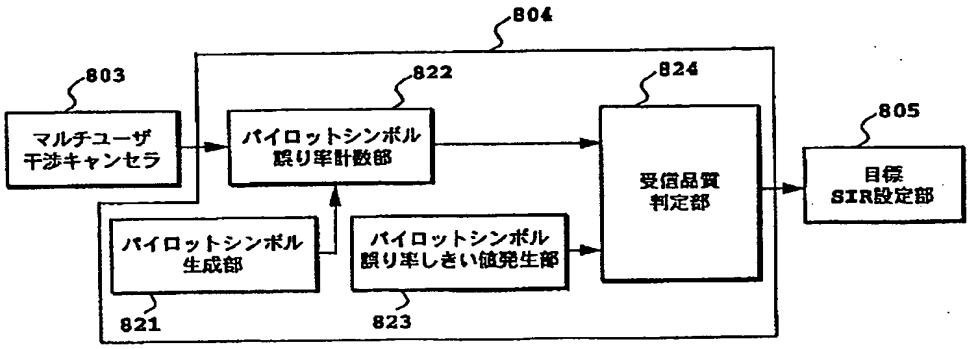


FIG.22



フレーム誤り率を測定する場合

FIG.23A



パイロットシンボルのビット誤り率を測定する場合

FIG.23B

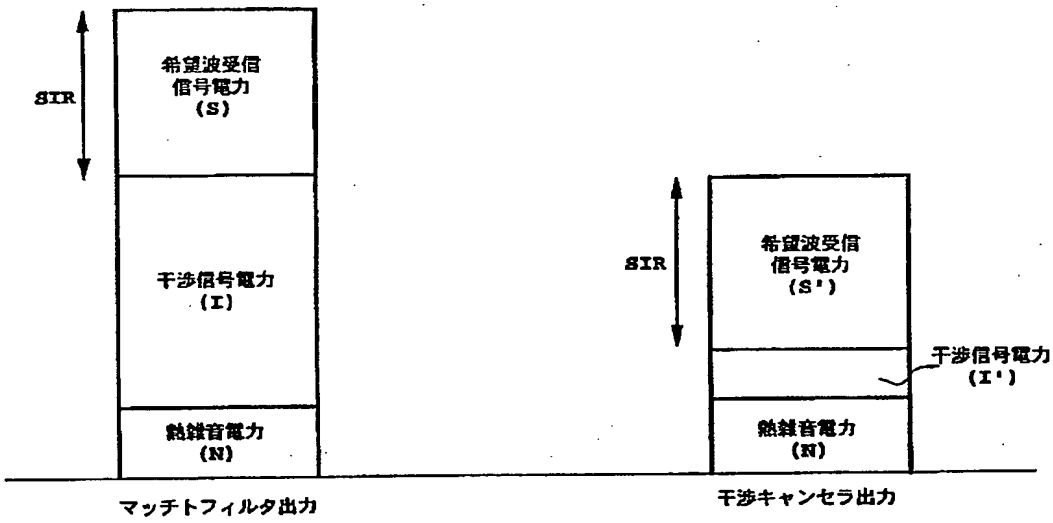

SIR
希望波受信
信号電力
(S)
干渉信号電力
(I)
熱雑音電力
(N)
マッチトフィルタ出力
SIR
希望波受信
信号電力
(S')
干渉信号電力
(I')
熱雑音電力
(N)
干渉キャンセラ出力

FIG.24

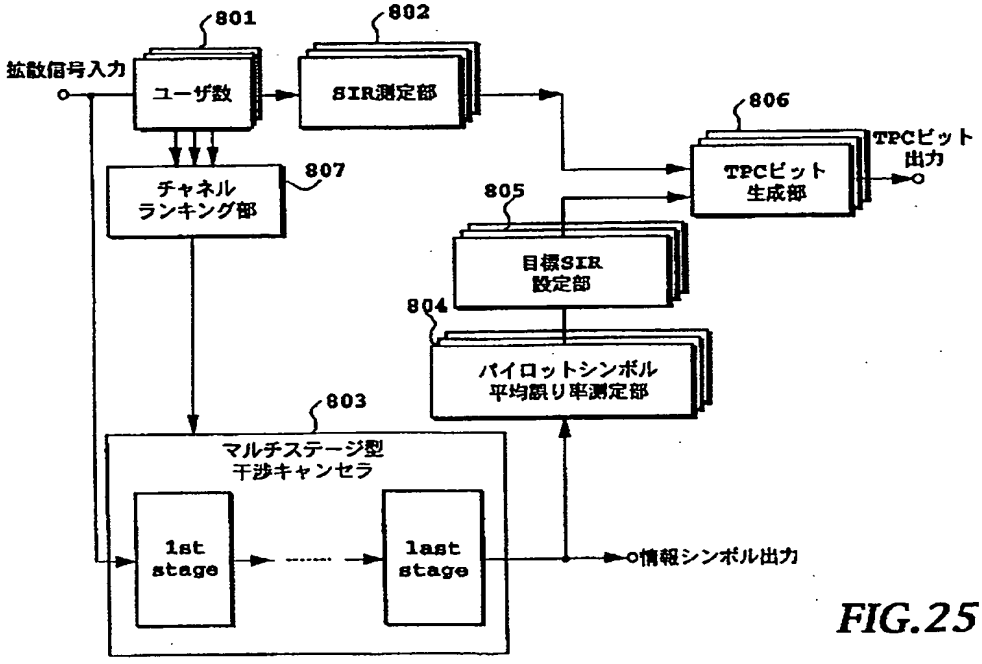

801
802
拡散信号入力
ユーザ数
SIR測定部
806
TPCビット
出力
TPCビット
生成部
807
チャネル
ランキング部
805
目標SIR
設定部
804
パイロットシンボル
平均誤り率測定部
803
マルチステージ型
干渉キャンセラ
1st
stage
last
stage
情報シンボル出力

FIG.25

【図２６】

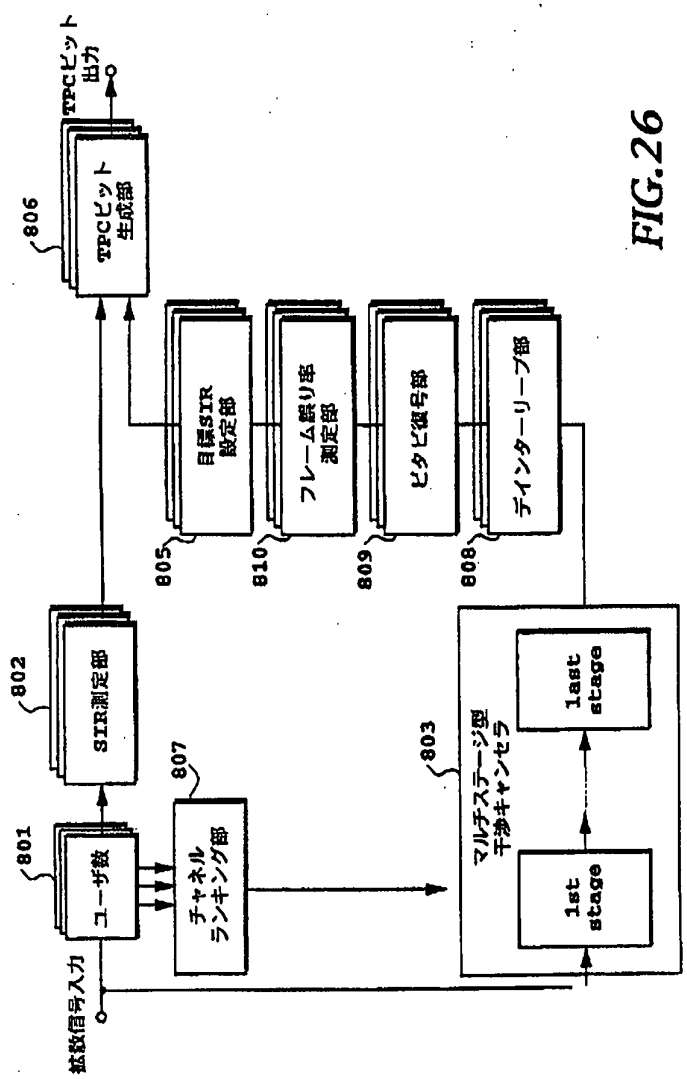


FIG.26

【国際調査報告】

国際調査報告　　国際出願番号 PCT/JP96/01582

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. cl'H04J13/04

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. cl'H04J13/04, H04J13/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報　1926－1996
日本国公開実用新案公報　1971－1996

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	電子情報通信学会論文誌, Vol. J77－B－II, No11, 11月. 1994, 瀬崎敦司, 佐藤拓朗, 川辺学, 佐藤誠一, 杉本大樹, 「パイロット信号を用いた伝送路推定に基づく干渉キャンセラの構成とその特性」 pp. 628－640	1－29
PX	信学技報, SAT95－14, RCS95－50, 7月. 1995, 佐和橋衛, 三木義則, 安藤英俊, 樋口健一, 「DS－CDMAにおけるパイロットシンボルを用いる逐次チャネル推定型シリアルキャンセラ」 pp. 43－48	1－6
PA		7－29
PA	JP, 07－273713, A（沖電気工業株式会社）, 20. 10月. 1995 (20. 10. 95), 第1図	1－29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
02.09.96	10.09.96

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	
日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	中木 努	5K 9299
	電話番号 03－3581－1101 内線 3556	

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP96/01582

C（続き）. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
PA	JP, 07-264111, A (沖電気工業株式会社), 13. 10月. 1995 (13. 10. 95), 第2図, 第3図, 第4図, 第6図	1, 9
PA	JP, 07-264112, A (沖電気工業株式会社), 13. 10月. 1995 (13. 10. 95), 第2図, 第3図, 第5図, 第7図	9
PA	JP, 07-30514, A (日本電気株式会社), 31. 1. 1996 (31. 01. 95), 第1図, 第2図, 第5図	1, 9
PA	JP, 08-37515, A (エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社), 6. 2月. 1996 (06. 02. 96), 第1図, 第2図, 第4図, 第5図 &EP, 683570, A2 &CA, 2149679, A	19-22

様式PCT/ISA/210（第2ページの続き）（1992年7月）

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平7-325881
(32)優先日 平7(1995)12月14日
(33)優先権主張国 日本（JP）
(81)指定国 EP(DE, FR, GB, IT, SE), CA, CN, JP, KR, US

（注）この公表は、国際事務局（WIPO）により国際公開された公報を基に作成したものである。

なおこの公表に係る日本語特許出願（日本語実用新案登録出願）の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項（実用新案法第48条の13第2項）により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- [x] BLACK BORDERS
- [] IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- [] FADED TEXT OR DRAWING
- [] BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- [] SKEWED/SLANTED IMAGES
- [] COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- [] GRAY SCALE DOCUMENTS
- [] LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- [] REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- [] OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.